
LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
E551 .K77 3 STOR
Handbuch der Gewebelehre des Menschen.







A. KOELLIKER'S
HANDBUCH
DER
GEWEBELEHRE
DES MENSCHEN

SECHSTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

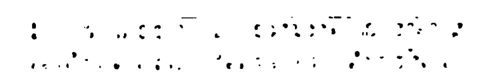
DRITTER BAND

VON

VICTOR v. EBNER
PROFESSOR DER HISTOLOGIE IN WIEN.

INHALT:
VERDAUUNGS-, RESPIRATIONS- UND HARNORGANE, NEBENNIEREN, GESCHLECHTSORGANE, GEFÄSSSYSTEM, BLUT UND LYMPHE, HÖHERE SINNESORGANE, NEBST GESAMMTREGISTER FÜR DIE DREI BÄNDE

MIT 633 ZUM THEIL FARBIGEN FIGUREN IN HOLZSCHNITT UND ZINKOGRAPHIE.



LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1902.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Vorwort.

Als im Sommer des Jahres 1896 der berühmte Verfasser dieses Handbuches, nach Vollendung des gewaltigen zweiten Bandes über das Nervensystem, den Wunsch aussprach, ich möge die Bearbeitung des dritten Bandes übernehmen, hielt ich es für eine Ehrensache, diesem Wunsche nachzukommen. Freilich konnte ich keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, dass die gestellte Aufgabe keineswegs eine leichte sei. Denn, abgesehen von der Gefahr, welche Vergleiche mit den beiden ersten Bänden für mich bringen müssen, galt es, eine fast unübersehbare Litteratur, welche in den letzten 30 Jahren erschienen ist, kritisch zu sichten und zu allen wichtigeren Fragen durch selbständige Untersuchung Stellung zu nehmen. Dabei schien es mir, ungeachtet der vollen Verantwortung, welche ich für den Inhalt des überarbeiteten Textes natürlich allein trage, als eine selbstverständliche Pflicht, an dem alten Texte nur dort zu ändern, wo es unbedingt nothwendig war. Die richtige Mitte zu finden zwischen dieser konservativen Aufgabe und dem Bestreben, alle wirklichen Fortschritte zu verwerthen, war eine grosse Schwierigkeit. Wie weit es mir gelungen ist, dieselbe zu besiegen, muss ich dem Urtheile der Fachgenossen überlassen.

Sollte die übernommene Arbeit in absehbarer Zeit vollendet werden, so konnte dies nur mit sachkundiger Hilfe geschehen. Dieselbe wurde mir vor allem von A. v. Koelliker selbst zu Theil, welcher mir zahlreiche Präparate und seine reiche Bibliothek zur Verfügung stellte und mich mit Rath und That jeder Zeit in wahrhaft freundschaftlicher Weise förderte. Eine wesentliche Hilfe gewährte mir ferner mein jüngerer Kollege und I. Assistent am histologischen Institute, Prof. Joseph Schaffer, der die Herstellung der meisten Schnittpräparate besorgte, die zu den neuen Abbildungen verwendet wurden, ferner die Mundhöhle und den Schlund des Menschen bezüglich der noch wenig aufgeklärten Verhältnisse der Drüsen an gut konservirtem Materiale speziell untersuchte und mich ebenso, wie der II. Assistent, Privatdozent Dr. Hans Rabl, bereitwilligst bei allen Arbeiten unterstützte.

Vielfache Förderung habe ich auch von Kollegen in und ausserhalb Wien erfahren; insbesondere verdanke ich meinem Freunde Prof. Gust. Retzius in Stockholm eine Reihe prächtiger Golgipräparate. Trotz dieser Unterstützung, für die ich allen, welche mir dieselbe zu Theil werden liessen, zu wärmstem Danke verpflichtet bin, konnte ich den ursprünglich in Aussicht genommenen Zeitraum für die Vollendung des Werkes nicht einhalten. Es war geplant, den ganzen dritten Band binnen drei Jahren fertig zu stellen. Allein zeitraubende Verpflichtungen, welche neben dem Lehrberufe mir zufielen, griffen hemmend und störend in die wissenschaftliche Arbeit.

So fasste ich den Entschluss, die erste Hälfte dieses Bandes, welche die Verdauungs-, Respirations- und Harnorgane, sowie die Nebennieren umfasst, für sich zu veröffentlichen, wobei mir der Verleger, Herr Wilhelm Engelmann, mit dankenswerther Bereitwilligkeit entgegen kam. Das Manuskript wurde demselben im Februar 1899 für den Druck übergeben, der im Juni desselben Jahres vollendet wurde. Der Druck der zweiten Hälfte wurde im Herbste 1901 zunächst mit dem Manuskripte über die Kapitel Geschlechtsorgane und Gefässsystem begonnen und der Rest des Manuskriptes über die höheren Sinnesorgane erst später allmählich fertig gestellt.

Von den 634 Figuren dieses Bandes sind 533 neu. Letztere wurden — von den wenigen Kopien und schematischen Darstellungen abgesehen — von Herrn J. Wenzl nach der Natur, durchwegs mit der Camera oder mit Edinger's Zeichenapparat, direkt für Zinkographie hergestellt und sind mit grosser Sorgfalt ausgeführt. Einige mit der Lupe gezeichnete Abbildungen zeigen vielleicht im Verhältnisse zur Vergrösserung zu viel Detail, wie z. B. Fig. 847 und 859, welche erst bei Betrachtung mit einer schwachen Konvexlinse zur vollen Geltung kommen. Neben den neuen Abbildungen wurde eine grosse Zahl der alten Holzschnitte beibehalten, ja einzelne, wie Fig. 958 und 1121, welche in der fünften Auflage fehlen, sind wegen ihres historischen Interesses neuerdings aus Koelliker's mikroskopischer Anatomie (1852) aufgenommen. Das angeschlossene Register über alle drei Bände dieses Werkes wurde unter Leitung v. Koelliker's von Herrn Dr. H. K. Hofmann hergestellt. Es erübrigt mir noch, dem Herrn Verleger für die schöne Ausstattung des Werkes und Herrn Stürtz für die sorgfältige, rasche, die Korrektur ungemein erleichternde und allen meinen Wünschen entgegenkommende Ausführung des Druckes den wärmsten Dank auszusprechen.

Vahrn in Tirol am 20. September 1902.

V. v. Ebner.

Inhalts-Verzeichniss.

Von den Verdauungsorganen.

I. Vom Darmkanale.

§ 211.

An den Lippen erfolgt der Uebergang der äusseren Haut in die Schleimhaut (*Membrana mucosa*) des Darmkanales. Die Oberhaut setzt sich in das Oberhäutchen (*Epithelium*) der Mundhöhle fort, während die Lederhaut in die Schleimhaut im engeren Sinne übergeht. Sowie im Bereiche des Hauttheiles der Lippen das fetthaltige Unterhautzellgewebe einerseits in das Bindegewebe zwischen den Muskeln, anderseits in die Lederhaut allmählich sich verliert, ist im grössten Theile der Mund- und Rachenhöhle das dem Unterhautzellgewebe vergleichbare Unterschleimhautgewebe nicht scharf abgegrenzt. Erst dort, wo der Darmkanal den Charakter eines selbständigen Rohres am Beginne der Speiseröhre annimmt, kann man an der Schleimhaut stets deutlich vier Schichten erkennen: 1. Einen aus Zellen gebildeten gefässlosen Ueberzug, das Oberhäutchen, *Epithelium*. 2. Eine aus lockerem oder auch adenoidem Bindegewebe zusammengesetzte, feinere Gefässe, Nervenbündel und verschiedene Formen kleiner Drüschen enthaltende und oft mit besonderen Auswüchsen (Papillen, Zotten) versehene, im Magen und Darme auch von glatten Muskeln durchzogene Schleimhaut im engeren Sinne (*Tunica propria*). 3. Eine dünne, aus glatten Muskelfasern gebildete Muskelschicht der Schleimhaut (*Muscularis mucosae*). 4. Eine nach aussen davon gelegene Lage von lockerem Bindegewebe mit grösseren Gefässen und Nervengeflechten, in welcher auch Drüsen und Anhäufungen von adenoidem Gewebe enthalten sein können, das Unterschleimhautgewebe, *Tela submucosa*. Alle diese Schichten der Schleimhaut im weiteren Sinne werden von der zweiten Darmhaut, der Muskelhaut, *Tunica muscularis*, bedeckt, an welcher man eine innere, ringfaserige und eine äussere, längsfaserige Schicht unterscheiden kann, welche mit Ausnahme des Anfanges und des Endes des Darmes, wo quergestreifte Muskeln sich finden, aus glatten Muskelfasern besteht. Die dritte Hülle endlich, die seröse, *Tunica serosa*, findet sich nur an dem Theile des Darmes, der die Bauch- und Beckenhöhle einnimmt und ist ein zartes, durchscheinendes, nerven- und gefässarmes Bindegewebshäutchen mit einem einschichtigen Plattenepithelium (*Endothel*), welches das Darmrohr überzieht und dasselbe mit den Wänden der Bauchhöhle und den Baucheingeweiden verbindet.

II. Vom Munddarme.

A. Von der Schleimhaut der Mundhöhle.

§ 212.

Die Schleimhaut der Mundhöhle sitzt den die Mundhöhle begrenzenden Knochen fast überall fest auf und ist durch nicht unbeträchtliche Dicke und rothe, von der reichlichsten Gefässausbreitung herrührenden Farbe, sowie durch das Vorkommen von zahlreichen Nerven und Papillen ausgezeichnet. Die Schleimhaut ist durchsichtiger und weicher als das *Corium*, nichtsdestoweniger bedeutend fest und dabei dehnbar. Dieselbe besteht aus einer einzigen Schicht von 220 bis 450 μ Dicke und besitzt an ihrer äusseren Fläche eine grosse Zahl von Papillen ähnlich denen der äusseren Haut, die in der Regel einfach, hie und da auch zweigetheilt (bei Hypertrophie auch mit noch mehr Ausläufern) und kegel- oder fadenförmig von Gestalt 220—400 μ Länge, 45—90 μ Breite besitzen (in den Extremen 54—630 μ Länge, 22—112 μ Breite) und ohne weitere Regelmässigkeit so dicht beisammen stehen, dass ihre Grundflächen sich fast berühren und selten weiter abstehen, als ihre eigene Breite beträgt. Sie sind im Bereiche der Lippen am vorderen Theile des harten Gaumens und am Zahnfleischrande am meisten entwickelt. Die Papillen der Zunge, welche freie, von Epithel überzogene Schleimhauterhebungen darstellen und dadurch sich wesentlich von allen übrigen Papillen der Mundschleimhaut unterscheiden, über welche das Epithel glatt hinwegzieht, indem es die Vertiefungen zwischen den Papillen ausfüllt, werden erst bei der Zunge ihre Besprechung finden. Ausser den Papillen besitzt die Schleimhaut an ihrer freien Fläche eine grosse Zahl von Drüsenöffnungen, welche ausnahmsweise auf grösseren Erhebungen (*Caruncula sublingualis*) sitzen. Am harten Gaumen erhebt sich eine mediane Verdickung im vorderen Theile (*Raphe*), in welcher zuweilen die Mündung eines einfachen, blind endigenden kurzen Kanales (*Canalis nasopalatinus*) sich findet. In der Regel aber liegt zwischen den mittleren Schneidezähnen beginnend ein kleiner Wulst, die *Papilla incisiva* (Gaumenpapille), zu deren beiden Seiten eine spaltförmige oder rundliche Tasche den Zugang zum erwähnten Kanale bildet. Die Gaumenpapille enthält bisweilen einen Knorpelkern (*Merkel*, Anat. Hefte. I.). Seitlich von der Raphe erheben sich einige quere, bogenförmige Leisten (*Plicae palatinae*), die Gaumenleisten, welche insbesondere beim Neugeborenen deutlich sind. Das Unterschleimhautgewebe ist von der eigentlichen Schleimhaut der Mundhöhle nirgends scharf abgegrenzt. An jenen Stellen, an welchen dieselbe sich stark verschiebbar erweist, wie am Boden der Mundhöhle, an den Lippen und Zungenbändchen, geht das lockere, fettarme, stärkere Gefässe führende Bindegewebe allmählich in das dichter gewebte eigentliche Schleimhautgewebe über. Wo kleine Drüsen vorkommen, wie in der Lippen-, Wangen-, Gaumen- und Zungenschleimhaut, kann man die Schicht, welche die Drüsenkörper enthält, dem Unterschleimhautgewebe zurechnen, doch liegen die Drüsen, wie namentlich in der Zunge und im weichen Gaumen, vielfach so zwischen den Bündeln der quergestreiften Muskeln, dass dieselben ebensowenig, als die an solchen Stellen vorkommenden Fettläppchen in einem besonderen, von den Muskeln abgegrenzten

Unterschleimhautgewebe ihre Lage haben. Im Bereiche der Alveolarfortsätze der Kiefer bildet die Schleimhaut durch direkte Verwachsung mit dem Periost das Zahnfleisch und auch am harten Gaumen ist dort, wo Drüsen fehlen, eine Abgrenzung von Schleimhaut, Unterschleimhautgewebe und Periost nur künstlich ausführbar. An der Zunge enden viele Muskelfasern in der Schleimhaut, deren tiefe, derbe Bindegewebsbündel enthaltende Lage als *Fascia linguae* (*Zaglas*) bezeichnet wurde. Aehnliche Verhältnisse finden sich am weichen Gaumen und, weniger ausgesprochen, an den Lippen. Den feineren Bau anlangend besteht die Mundhöhlenschleimhaut aus Bindegewebsbündeln und elastischen Fasern. Die Bindegewebsbündel zeigen eine Dicke von 4—11 μ und verlaufen im submukösen Gewebe in verschiedenen Richtungen theils mehr parallel der Oberfläche sich durchkreuzend, theils schräg oder nahezu senkrecht von der Tiefe, oder aus den Zwischenräumen der Muskelbündel nach der eigentlichen Schleimhaut ziehend. Die Bündel werden in der letzteren feiner und erscheinen dichter aneinanderliegend und verlieren sich unter dem Epithel in einer dünnen, formlosen Grenzschicht, welche nicht für sich darstellbar ist. In den Papillen kann man in der Regel keine besonderen Bindegewebsbündel, sondern nur aufgelöste Fibrillen in einer anscheinend homogenen Grundmasse erkennen. Elastische Fasern sind sehr zahlreich. Im submukösen Gewebe bilden sie netzartige Umhüllungen um Gruppen von Bindegewebsbündeln, sowie um die dort verlaufenden stärkeren Gefässe, welche mit den elastischen Fasern der tiefer gelegenen Theile zusammenhängen. Gegen die eigentliche Schleimhaut werden die elastischen Fasern im Allgemeinen dünner und zarter und bilden häufig eine dichter gewebte netzartige Lage unter dem Epithel, die auch noch in die Papillen eindringt. Doch ist dies nicht überall der Fall. In der eigentlichen Schleimhaut der Lippe sind die elastischen Fasern sehr spärlich und fehlen in den Papillen fast ganz. An Orceinpräparaten treten die tief braun gefärbten elastischen Fasernetze in der *Pars papillaris corii* bis in die Papillen hinein am Hauttheile der Lippe sehr deutlich hervor, während im grellen Gegensatze die Papillen der Schleimhaut nur sehr dünne und nur bei stärkerer Vergrösserung spärlich wahrnehmbare elastische Fäserchen erkennen lassen. Von Zellen finden sich bis in die Papillen die dem lockeren Bindegewebe eigenthümlichen Formen. Platte verästelte Zellen mit zartem Protoplasma, welche sich den Bindegewebsbündeln anschmiegen, ferner namentlich längs der Blutgefässe basophile Körnerzellen (Mastzellen), endlich Leukocyten, welche mehr vereinzelt durch die ganze Schleimhaut, zahlreicher an der Oberfläche vorkommen und namentlich im Zahnfleische dicht am Zahnhalse in grösseren Massen angehäuft sein können. An der Rachenenge nimmt die Schleimhaut an vielen Stellen durch dichte Infiltration mit Leukocyten einen besonderen Charakter an, der, soweit es sich um die Ausbildung typischen adenoiden Gewebes handelt, weiter unten (Tonsillen) besprochen werden soll. Im Unterschleimhautgewebe finden sich bald vereinzelt, bald in Läppchen zwischen den Drüsen und Muskelbündeln Fettzellen.

Die Gefässe der Schleimhaut sind zahlreich und verhalten sich wesentlich wie in der äusseren Haut. Kleinere Papillen enthalten nur eine einzige Kapillarschlinge, während in grösseren, einfachen oder ästigen ein Netz von Kapillaren zu finden ist, das sich aus den an der Basis der Papille zutretenden arteriellen Gefässchen entwickelt und ziemlich hoch oben in ein mehr central gelegenes

venöses Stämmchen übergeht (Fig. 846). So namentlich am Zahnfleische und den Lippen, während an der Wange, am harten Gaumen und am Boden der Mundhöhle in der Regel die Papillen nur einfache Gefässschlingen zeigen (*Toldt*). Die Gaumenschleimhaut des Frosches enthält, wie *C. Langer* (in Sitzb. d. Akad. in Wien Bd. 55) fand, an den Kapillaren seitliche Divertikel; dieselben bilden Einbuchtungen des Epithels, welche die Kapillarschlingen in den Papillen höherer Thiere vertreten (*Heinrich Joseph* in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 52, S. 167).



Fig. 846.

Die Nerven verhalten sich im Ganzen ähnlich wie in der Haut. Die im Unterschleimhautgewebe sich verzweigenden Stämmchen bilden gegen die Mucosa ein weitmaschiges Geflecht feiner und feinster Aestchen, an welchen, besonders schön an der vorderen Fläche der *Epiglottis*, Theilungen der markhaltigen Fasern sich nachweisen lassen. Von diesen Geflechten treten noch markhaltige Fasern zum Theil in besondere Terminalkörperchen, welche bereits im I. Bande § 48, 49, 50 S. 173 u. f. besprochen wurden, theils zweigen sich marklose Fäserchen ab, die ein subepitheliales Netz bilden, aus welchem dendritisch sich verzweigende feinste Fädchen in das geschichtete Pflasterepithel eindringen, um dort zwischen den Zellen mitunter rückläufig mit leicht angeschwollenen Enden sich zu verlieren, während ein anderer Theil feinster terminaler Fäserchen die Mucosa selbst, sowie die Drüsen und Gefässe versorgt.

Die Lymphgefässe der Mundschleimhaut zeigen bezüglich ihrer Anordnung gleich den Blutgefässen ähnliche Verhältnisse wie sie in der Haut vorkommen. In der eigentlichen Mucosa finden sich Netze von feinen Lymphgefässen, aus welchen blinde Enden bis in die Papillen eindringen. Die Lymphkapillaren liegen, wie in der Haut, tiefer als die Blutkapillaren. Aus dem oberflächlichen Netze dringen stärkere Gefässe in die Tiefe, welche dort ein weitmaschiges Netz bilden. Die Lymphgefässnetze im Zahnfleische und am weichen Gaumen wurden von *Sappey* eingespritzt (Anat. I. 2. p. 688 Atl. de *Beau et Bonamy* T. III. Pl. 5. Fig. 5), weitere Mittheilungen desselben Autors über die Lymphgefässe der Lippen etc. finden sich in dessen Anat. etc. des vaisseaux lymphat. (Paris 1885).

Von den Drüsen der Mundschleimhaut wird später die Rede sein; hier sei nur der bereits im I. Bande S. 266 beschriebenen Talgdrüsen gedacht, welche, wie *Koelliker* entdeckte, noch im Bereiche des rothen Lippenrandes vorkommen. Sie finden sich hier vorzüglich gegen die Mundwinkel, kommen aber auch im mittleren Theil der Lippe vor und rücken dem Schleimhautrande oft sehr nahe. An einem Querschnitte von der Lippe eines Erwachsenen finde ich die Mündung einer Talgdrüse knapp vor dem Schleimhautrande und nur 5 mm entfernt von

Fig. 846. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleische eines Kindes, 250mal vergr. Die Gefässe nach *Bowman*.

der Mündung einer Schleimdrüse nahe dem Lippenrande. Die Talgdrüsen des rothen Lippenrandes stellen, so weit *ich* an den mir vorliegenden Präparaten sehe, einfache rundliche oder birnförmige Säckchen von etwa 0,1—0,4 mm Durchmesser dar, während die Talgdrüsen des behaarten Lippenantheiles grössere mit zahlreichen Endbläschen versehene Drüsen sind. In der Oberlippe der Ratte hat *Huxley* Theilungen der Muskelfasern, welche im Bindegewebe enden, beschrieben; *Leydig* fand dasselbe in der Schnauze des Schweines und des Hundes. Nach *Woodham Webb* gehen in den äusseren Theilen der Lippen des Menschen die Muskelfasern des *Orbicularis* bis in die *Cutis* und verlieren sich ungetheilt im Bindegewebe derselben um die Haarbälge und Talgdrüsen. Spätere Untersuchungen (*Klein*, Sitzber. der k. Akad. in Wien. Bd. 58, 1868. *Aeby* in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 16) haben jedoch ergeben, dass es sich hierbei zum Theile um ein System von besonderen Muskelbündeln handelt, welche die Dicke der Lippe durchsetzend gegen die Haut ziehen (*Compressor labii Klein*, *Rectus labii Aeby*, *Labii proprius W. Krause*, in Nachträge z. allgem. Anat. 1881), während der sog. *Orbicularis oris* nur aus der Fortsetzung des *Buccinator* und der in die Lippe eintretenden Gesichtsmuskeln besteht, wie *Aeby* an Schnitten nachwies. Bündel des *Rectus labii* sind in Fig. 847 mit *mb* bezeichnet.



Fig. 847.

Die freien intraepithelialen Nervenenden im Bereich des Mundhöhlenepithels wurden zuerst nach *Cohnheim*'s Methode mit Goldchlorid von *Paladino* dargestellt. Die freien Nervenendigungen in den Epithelien im Allgemeinen hat *G. Retzius* (Biologische Untersuchungen N. F. Bd. IV, 1892 und VI, 1894 [Lippe]) auf Grund neuer Untersuchungen beschrieben und vorzüglich abgebildet. Ueber die verschiedenen Formen der Nervenendkörperchen in der Mundschleimhaut sei hier noch bemerkt, dass ausser den von *Koelliker* in den Lippen des Menschen

Fig 847. Medianer Sagittalschnitt durch die Unterlippe eines $3^1/_2$jährigen Kindes. *Müller*'s Flüssigkeit. Vergr. 8. *Sch* Schweissdrüsen; *e Epidermis*; *ep* Epithel der Lippenschleimhaut; *f* Fettgewebe; *h* Haarbälge; *m* Quergetroffene Muskelbündel des *Sphincter oris*; *mb* Muskelbündel des *Rectus labii*; *sd* Schleimdrüsen; *üb* Beginn des Lippenrothes.

entdeckten Nervenknäueln solche auch noch in den Schleimhautfalten am Boden der Mundhöhle und in der Backenschleimhaut, sowie am weichen Gaumen sich finden. Endkapseln, unter welchen *W. Krause* eine Zwischenform zwischen *Weber*'schen Körperchen und Endkolben versteht, finden sich in der Zunge des Elefanten und in der Backendrüse des Igels. In den Lippen des Menschen finden sich Zwischenformen zwischen Endkolben, welche typisch unterhalb der Papillen ihre Lage haben und Tastkörperchen, welche in den Papillen ihren Sitz haben. Ausserdem finden sich die intraepithelialen *Merkel*'schen Tastzellen hier und am Gaumen neben Tastkörperchen; besonders reichlich in der Gaumenpapille (*Merkel* l. c.). Bei vielen Vögeln ist der Schnabel und die Mundhöhle reichlich mit eigenthümlichen Terminalkörperchen ausgestattet. So finden sich *Herbst*'sche Körperchen im Schnabel, in der Zunge und am Gaumen der Vögel. Die *Key-Retzius*'schen Körperchen wurden bisher nur in der Schnabelhaut von einigen Vögeln (Schwan, Gans, Ente) gefunden. Tastkolben finden sich beim Sperling an der Zunge und in Knochenlücken des Schnabels bei verschiedenen Vögeln. Tastzellen (*Grandry*'sche Körperchen) finden sich ebenfalls reichlich in der Schnabel- und Gaumenhaut der Entenvögel. Bezüglich aller dieser Bildungen sei auf Bd. I S. 173 u. f. verwiesen. Was die *Grandry*'schen Körperchen anbelangt, so hat *Geberg* (Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. X. Bd.) auf Grund der Methylenblaufärbung neue Beweise dafür gefunden, dass die sog. Tastscheibe die Ausbreitung des Achsencylinders einer markhaltigen Nervenfaser darstellt, während die Tastzellen keine Nervenzellen sind.

§ 213.

Das Epithelium der Mundhöhle ist (Fig. 846) ein sogenanntes geschichtetes Pflasterepithel, das aus vielen, über einander liegenden, rundlich vieleckigen, zum Theil abgeplatteten Zellen besteht. Als Ganzes ist dieses Epithel ein im Mittel 220—450 μ dickes, durchscheinendes, weissliches Häutchen von bedeutender Biegsamkeit, aber geringer Elasticität und Festigkeit, das namentlich leicht durch Erweichen in Wasser und Abbrühen der Schleimhaut, dann auch durch Essigsäure im Zusammenhange in grösseren Platten sich erhalten lässt. Die Zellen sind durchaus kernhaltig; ihre Anordnung ist jener in der Epidermis sehr ähnlich, doch kommt es normaler Weise ausser am Lippenrande zu keiner Verhornung und die Zellen der tiefen Schichten gehen ganz allmählich in die Plättchen der Oberfläche über. Die mehr cylindrischen, der Schleimhaut direkt aufsitzenden Zellen sind 13—20 μ hoch, ohne deutliche Intercellularbrücken. Ueber ihnen folgen mehrere Lagen 9—11 μ grosser, weiterhin deutlich den Charakter von facettirten oder geflügelten, durch den Druck der Nachbarzellen in ihrer Form bedingten polyedrischen Zellen (Fig. 848 *b*). Weiter nach aufwärts platten sich die Zellen mehr und mehr ab und gehen schliesslich in grosse, polygonale, 45—80 μ Durchmesser zeigende Täfelchen — Epithelplättchen — über (Fig. 848 *a*). Durch Alkalien und Essigsäure quellen die Epithelzellen und lassen eine äussere dichte Oberflächenschicht und einen helleren, wie einen Hohlraum sich darstellenden inneren Theil, welcher den Kern enthält, erkennen. Die Oberflächenschicht wurde früher als Zellmembran erklärt, indessen ist dieselbe keineswegs eine für sich darstellbare, isolirbare Haut, sondern nur die äusserste dichteste Lage des

Zellkörpers, welche ohne scharfe Grenze allmählich in den wasserreicheren Innentheil übergeht. Die Grösse der Kerne beträgt nach *Koelliker* in den kleinsten Zellen 4,5—6,7 μ, in den polyedrischen Zellen 9—13 μ, in den Plättchen der Oberfläche 9—11 μ in der Länge, 3,3—4,5 μ in der Breite bei starker Abplattung, während die Kerne der mittleren Schichten mehr der kugeligen Form sich nähern. An fixirten und gefärbten Präparaten zeigen die Kerne der tieferen Schichten Chromatingerüste und Nucleolen; die stark komprimirten Kerne der Plättchen der oberflächlichsten Schichten erscheinen in der Ansicht von oben oft wie leere, von einer gefärbten Kernmembran umgebene Räume, in der Seitenansicht wie gleichmässig dunkel gefärbte Streifen. Der Zellkörper erscheint von undeutlich fädiger Struktur und enthält feine Körnchen und in den oberen Zelllagen an manchen Stellen (Lippe und *Papillae filiformes* § 215) grössere von fettartigem Glanze, welche wie Keratohyalin sich verhalten und nach *H. Rabl* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 48) wahrscheinlich aus den Zellkernen hervorgehen. Centrosomen wurden in den Epithelzellen der Zunge jüngst von *Zimmermann* (in Arch. f. mikr. Anat. 52. Bd. S. 683) neben den Kernen nachgewiesen.

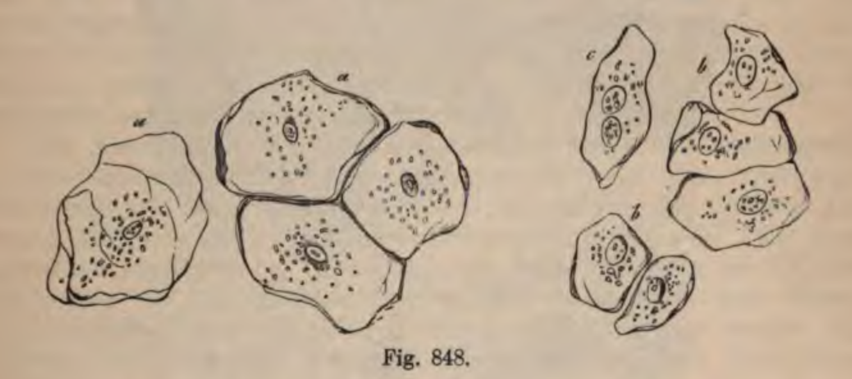


Fig. 848.

Gleich der Oberhaut zeigen besonders die Zellen der mittleren Schichten des Epithels deutlich ausgebildete Intercellularbrücken, mittelst deren die Nachbarzellen unter einander zusammenhängen. Wie *Bizzozero* (Intern. Monatsschr. f. Anat. etc. Bd. II) nachwies, sind die stachelartigen Fortsätze der Zellen, welche die Intercellularbrücken bilden, häufig reihenweise geordnet und können zu linienförmigen Erhebungen verschmelzen, durch welche die sich ablösenden Zellen an der Oberfläche fein gestreift erscheinen.

Von besonderem Interesse ist die Art des Ueberganges der Epidermis in das Epithelium der Mundhöhle am rothen Lippenrande oder Lippensaume. Derselbe findet ziemlich plötzlich an einer Stelle statt, welche bei neugeborenen Kindern, wie *O. Neustätter* (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 29) genauer beschreibt, deutlich sichtbar ist. Bei Erwachsenen ist die Uebergangsstelle nur mehr mikroskopisch erkennbar. An Sagittalschnitten der Lippe stellt sich der

Fig. 848. Epithelialzellen der Mundhöhle des Menschen. *a* grosse, *b* mittlere, *c* eine Zelle mit zwei Kernen. 350 mal vergr.

Durchschnitt des *Orbicularis oris* als ein aus rundlichen Bündeldurchschnitten bestehendes Band dar, welches in der Gegend des Lippenrothes hakenförmig gegen die Haut umbiegt (Fig. 847 *m*). Die Spitze dieses Haken ist gegen den Beginn des Lippenrothes (Fig. 847 *üb*) gerichtet. Verfolgt man von dieser Stelle die haarlose Epidermis des Lippenrothes auf dem Lippenrande, so findet man dieselbe relativ dünn und auf niedrigen Papillen aufsitzend. Dann treten aber plötzlich an einer Stelle, welche ungefähr der äusseren Berührungslinie der geschlossenen Lippen entspricht, hohe Papillen und eine merkliche Verdickung des Epithels auf. Dies ist eben die Stelle, an welcher der Uebergang der Epidermis in das geschichtete Pflasterepithel stattfindet. Die kernlose Hornschicht geht direkt in eine Schicht platter, kernhaltiger, verhornter Zellen über, während

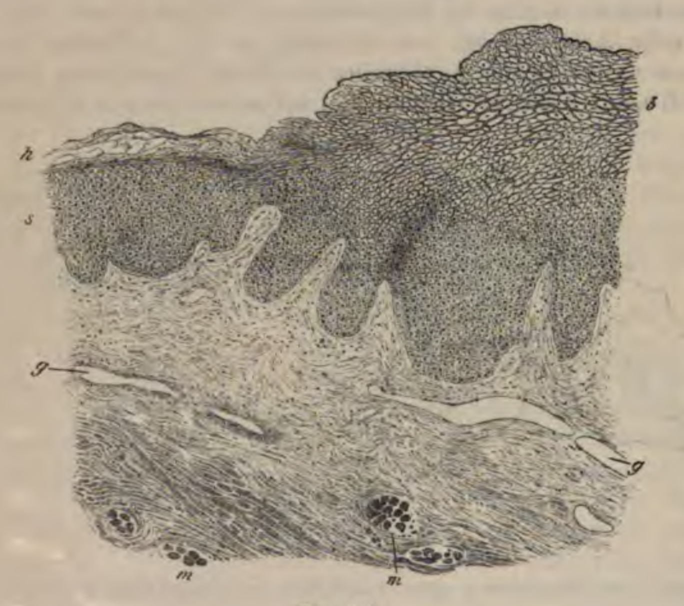


Fig. 849.

die Schleimschicht der Epidermis sich in die tiefste Schicht des Epitheliums fortsetzt. Zugleich tritt aber eine rasch an Dicke zunehmende Lage von Zellen auf, die in der Epidermis nicht vorhanden ist und die sich zwischen die Fortsetzung der Hornschicht einerseits und jene der *Malpighi*'schen Schicht andererseits einschiebt (Fig. 849 *b*). Die Zellen dieser Schicht erscheinen an gehärteten Präparaten als hohle Gebilde und stellen beim neugeborenen Kinde einen dicken, erst an der Hinterfläche der Lippe sich verlierenden Wulst dar, der bei oberflächlicher Betrachtung fast an ein Knorpelgewebe erinnert, da die Hohlräume der Zellen eingeschlossen von den aneinander gedrängten, dichten, stark färb-

Fig. 849. Uebergang der *Epidermis* in das Lippenepithel vom Neugebornen. Senkrechter Durchschnitt. Vergr. 100. *b* Blasige Zellen des Epithelwulstes; *g* Blutgefässe; *h* Hornschicht; *s* Schleimschicht der *Epidermis*; *m* Muskelbündel des *Sphincter oris*.

baren Oberflächenschichten wie von Grundsubstanz umgebene Knorpelhöhlen erscheinen. Bei stärkeren Vergrösserungen erkennt man jedoch leicht den wahren Sachverhalt. Beim Erwachsenen ist diese eigenthümliche Zellenlage nur mehr schwach entwickelt; immerhin aber noch als eine besondere Bildung angedeutet.

Besondere Erwähnung verdienen die sogenannten Epithelperlen, welche sich bei Embryonen und neugeborenen Kindern als Spuren der Verwachsung des Gaumens in der Schleimhaut als konzentrisch geschichtete oder unregelmässige Zellgruppen finden (vergl. *Leboucq*, Arch. de biol. T. II). Aehnliche Bildungen finden sich auch am Zahnfleische, dort in Beziehung mit der Zahnentwickelung (siehe § 231). Bei dunkel gefärbten Menschenrassen ist die Pigmentirung der tiefsten Lagen der Epidermis auch noch im Bereiche des Lippenrothes vorhanden. Bei Thieren finden sich Pigmentirungen des Epithels der Mundhöhle mitunter in Form von sternförmigen Pigmentzellen neben Pigmentzellen in der Schleimhaut (Hund, Schaf etc.). Die von *Koelliker* und von *Langerhans* in der *Malpighi*'schen Schicht der Epidermis beobachteten sternförmigen Körperchen, über deren Bedeutung im I. Bande S. 171 die Rede war und über welche sich später noch *S. Mayer* (Lotos 1892 N. F. Bd. XII) geäussert hat, finden sich auch im Epithelium der Mundhöhle. Ausser diesen Gebilden kommen im Epithelium der Mundhöhle in den Intercellularräumen auch unzweifelhafte Leukocyten vor, welche im Bereiche der Balgdrüsen und Tonsillen (siehe diese) die Epithelzellen sogar fast ganz verdrängen können.

Mit Ausnahme des Lippenepithels und eines Theiles des Zungenepithels zeigt das Mundhöhlenepithel des Menschen normaler Weise keine Zeichen der Verhornung; wohl aber ist dies bei Thieren in grösserer oder geringerer Ausdehnung (Zunge der Katze, Gaumen der Wiederkäuer u. s. w.) der Fall. Dementsprechend findet man bei Thieren auch eine der Körnerschicht der Epidermis ähnliche Lage des Epithels, in welcher die Zellen Keratohyalin- bezw. Eleidinkörner enthalten. *Severin* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26) fand dieselbe beim Menschen, Rinde, Schweine, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Hund, Katze und Maulwurf. Beim erwachsenen Menschen konnte *ich* bisher Keratohyalinkörner nur im Bereiche der fadenförmigen Papillen der Zunge (siehe § 215) auffinden.

Bezüglich des feineren Baues der Zellen geschichteter Epithelien muss auf Band I S. 191 und 193 verwiesen werden. In der Frage der Intercellularbrücken hat *F. E. Schulze* neue Gesichtspunkte auf Grund der Untersuchung der Oberhaut lebender Amphibienlarven aufgestellt (Sitzb. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1896. XXXIX). Die den Zwischenraum zwischen zwei Zellen anscheinend durchsetzenden Intercellularbrücken sind dort nicht einfache strangartige Verbindungen der Zellen, sondern es handelt sich um eine einschichtige Lage von Vakuolen, welche die Kittsubstanz durchsetzt. Zwischen den Vakuolen finden sich Scheidewände, welche im Ganzen ein Wabenwerk darstellen, im optischen Durchschnitte aber das Bild von Intercellularbrücken geben. Aus dem Wabenwerke können weiterhin durch theilweises Zerreissen der Zwischenwände strangförmige Intercellularbrücken hervorgehen. Wie weit diese Darstellung auf die geschichteten Epithelien der Wirbelthiere zutreffend ist, müssen erst speziell darauf gerichtete Untersuchungen aufklären. Jedenfalls lässt sich die Thatsache, dass in der Fusszellenlage eines geschichteten Pflasterepithels die Intercellularbrücken kaum

angedeutet sind, während sie in der Stachelzellenschicht sehr deutlich hervortreten auf Grund der von *F. E. Schulze* gegebenen Darstellung leichter begreifen als auf Grund der Annahme, dass die strangförmigen Intercellularbrücken primär als solche auftreten.

In physiologischer Richtung ist von dem Epithelium der Mundhöhle besonders hervorzuheben der beständige Wechsel, dem dasselbe unterliegt und dann seine Beziehung zur Aufsaugung und Absonderung. Ersteres anlangend, so ist das Epithelium der Mundhöhle einer sozusagen beständig vor sich gehenden Abschuppung unterworfen, die aber ebenso wenig wie bei der Oberhaut als in besonderen Lebensverhältnissen der Schleimhaut oder der Epithelialzellen begründet erscheint, vielmehr die Folge der vielfachen äusseren Einwirkungen ist, denen die Oberfläche der *Mucosa oris* beim Kauen und Sprechen namentlich unterliegt. Durch diese Eingriffe lösen sich einerseits die obersten Plättchen immerfort ab und findet andererseits durch Bildung neuer Zellen in den tiefsten Lagen eine ununterbrochene Wiedererzeugung des Verlorenen statt, deren Auftreten und Zustandekommen im Wesentlichen ebenso geschieht, wie dies im § 58 I. Bd. von der Epidermis auseinandergesetzt ist.

Das Epithelium der Mundhöhle, obschon dick, ist doch leicht durchdringlich und unterscheidet sich in dieser Beziehung wesentlich von der Epidermis, die nur in ihrem *Stratum Malpighii* ähnliche Verhältnisse zeigt. Flüssige Stoffe der verschiedensten Art sind im Stande, dasselbe von aussen her zu durchdringen und, einmal mit der Schleimhaut in Berührung gekommen, entweder von den Gefässen derselben aufgesaugt oder von ihren Nerven wahrgenommen zu werden. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird, je dünner die Epitheliumlage, namentlich die der Plättchen, die auf jeden Fall am mindesten leicht durchdrungen werden, und je zahlreicher und oberflächlicher die Gefässe und Nerven, um so lebhafter die Aufsaugung und Empfindung sein.

B. Von der Zunge.

§ 214.

Die Zunge ist eine mit einem besonderen Knochen, dem Zungenbeine verbundene, von der Schleimhaut der Mundhöhle überzogene Muskelmasse, deren Elemente von 20—51 μ Breite von denen der äusseren quergestreiften Muskeln sich nur dadurch unterscheiden, dass sie aufs mannigfachste sich verflechten, so dass im Innern der Zunge die bekannten Zungenmuskeln nicht als gesonderte Massen, sondern nur als sekundäre Bündel und Muskelfasern sich nachweisen lassen.

Die Muskelmassen der Zunge sind durch die Zungenscheidewand, *Septum linguae* in eine rechte und linke Hälfte geschieden. Dieses Gebilde, fälschlich auch Zungenknorpel genannt (Fig. 850 *c*), ist eine derbe, weissgelbliche, mitten in der Zunge zwischen beiden *Genioglossi* senkrecht stehende faserige Platte von 270 μ Dicke, die in der ganzen Länge des Organs sich erstreckt, und aus gewöhnlichem Sehnen- oder Bandgewebe zusammengesetzt ist. Dieselbe beginnt niedrig am Zungenbeinkörper in Verbindung mit einer breiten Faserlamelle, *Membrana hyoglossa* (*Blandin*), die vom Zungenbeine zur Zungenwurzel geht und das Ende des *Genioglossus* bedeckt, erreicht sehr bald dieselbe Höhe wie der

Musculus transversus, und nimmt am vorderen Dritttheile der Zunge allmählich ab bis zur Zungenspitze, wo sie ganz niedrig sich verliert. Nach oben reicht das *Septum linguae*, bis auf 3,3 mm oder 4,5 mm Entfernung vom Zungenrücken, nach unten bis wo die *Genioglossi* im Fleische der Zunge sich verlieren, endet jedoch hier nicht mit einem scharfen Rande, sondern hängt unmittelbar mit dem *Perimysium* zwischen den beiden Kinnzungenmuskeln zusammen.

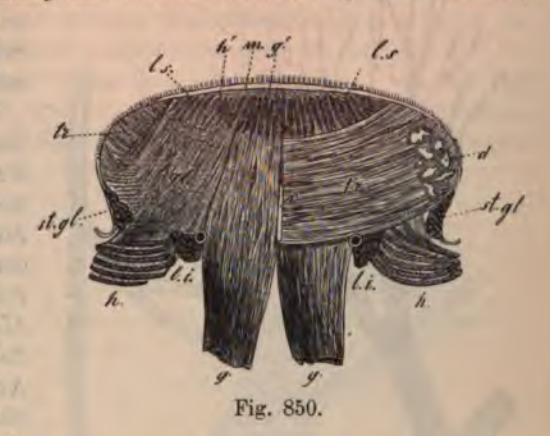


Fig. 850.

Indem die Schilderung des Einzelverhaltens der Zungenmuskeln den Handbüchern der systematischen Anatomie überlassen bleiben muss, sei hier nur so viel bemerkt, dass das eigentliche Zungenfleisch im Wesentlichen nur drei Arten von Muskelfasern besitzt, die man als senkrechte, quere und längsverlaufende bezeichnen kann. Die senkrechten Fasern stammen von den *Genioglossi* in der Mitte, vom *Lingualis* und *Hyoglossus* seitlich, an der Spitze auch vom *Perpendicularis* und bilden von der Spitze bis zur Wurzel eine grosse Zahl querstehender Blätter, nahezu von der Gesammtbreite der Zungenhälften, deren Fasern im Allgemeinen senkrecht von der unteren Fläche bis zur obern ziehen. Die queren Fasern vom *Transversus* und zum Theil von *Styloglossus* schieben sich als eben so viele, meist etwas dickere Lagen zwischen die genannten hinein, beginnen am *Septum* und enden am Seitenrande und zum Theil an der Oberfläche, die Längsfasern endlich gehören dem *Longitudinalis superior* (*Chondroglossus*), dem *Longitudinalis inferior lateralis et medius* (*Bochdalek*) und *Styloglossus* an, bedecken die obere Fläche, den Rand und zum Theil die untere Fläche und liegen grösstentheils unmittelbar unter der Schleimhaut. — Die einzelnen Muskellagen der Zunge sind ohne Ausnahme von einem dünnen *Perimysium*, zum Theil, wo stärkere Gefässe und Nerven verlaufen, von



Fig. 851.

Fig. 850. Querschnitt der menschlichen Zunge etwas vor den *Papillae circumvallatae*. *c Septum linguae* (*Fibrocartilago*); *d* Drüsen des Zungenrandes; *g Genioglossus*; *g'* Ende des *Genioglossus* an der Schleimhaut; *h Hyoglossus*; *h'* Ende des *Hyoglossus*; *hgl* Ausbreitung desselben mit fast senkrecht aufsteigenden Fasern nach aussen vom *Genioglossus*; *l.i Longitudinalis inferior* (*Lingualis*) mit *Art. profunda linguae*; *l.s Longitudinalis superior* mit glatten Bündeln zwischen die senkrechten Fasern sich einschiebend; *st.gl Styloglossus*; *tr Transversus*, links in seinem ganzen Verlaufe sichtbar, rechts nur am Rande und zwischen den auseinanderweichenden Bündeln des *Genioglossus*.

Fig. 851. Stück eines Längsschnittes durch den Seitentheil der menschlichen Zunge. *a Papilla fungiformis*; *b Pap. filiformis*; *c* Schleimhaut; *d* Fibröse Lage unter ihr; *e Longitudinalis superior*; *f Genioglossus*; *g Transversus* im Querschnitt.

dickeren Bindegewebsmassen von einander getrennt und enthalten ausserdem noch an vielen Orten eine grössere oder geringere Zahl gewöhnlicher Fettzellen zwischen sich, die namentlich gern zwischen den *Genioglossi* am *Septum*, an der Zungenwurzel und unter der Schleimhaut in grösserer Zahl sich ansammeln.



Fig. 852. Fig. 853.

In der Zunge des Frosches finden sich sehr schöne Theilungen der quergestreiften Fasern (Fig. 852), weniger reichlich sind sie in der Zunge des Menschen (Fig. 853) und der Säuger, wo sie schon von *Salter*, *Biesiadecki* und *Herzig* beobachtet wurden. In der Zunge des Frosches sahen die letzten Autoren an beiden Enden verästelte Muskelfasern, die von inneren Muskeln abstammen (S. Fig. 103 auf S. 144 Bd. I). Die Endigung der Nerven in den Muskeln der Zunge verhält sich im Wesentlichen wie in den Skelettmuskeln. Doch fand *G. Retzius* (in Biol. Unters. N. F. III) bei der Maus neben Endplatten auch einfachere motorische Endapparate in Form von knopf- oder scheibenartigen Verdickungen an den Enden der mit ein- oder mehrfachen dichotomischen Theilungen an die Muskelfasern sich anlegenden Nerven. Wie in den Skelettmuskeln finden sich auch in der Zunge und zwar ziemlich zahlreiche Muskelspindeln (siehe Bd. I. S. 394).

§ 215.
Von den Zungenwärzchen (Papillen der Zunge).

Die Schleimhaut der Zunge weicht am Zungenrücken vom *Foramen caecum* bis zur Spitze von der übrigen Schleimhaut der Mundhöhle dadurch ab, dass sie mit dem Muskelfleische sehr fest verbunden ist und eine grosse Zahl von frei sich erhebenden Hervorragungen, die bekannten Zungen- oder Geschmackswärzchen besitzt. Die in wechselnder Zahl gewöhnlich zu 6—12, nach *Münch* (*Schwalbe*'s Morph. Arbeiten. VI. Bd.) am häufigsten zu 9, ausnahmsweise bis zu 16 vorkommenden umwallten Wärzchen — *Papillae vallatae* — zeigen beim Menschen selten einen so regelmässigen Bau wie bei Thieren. Häufig erscheinen sie nicht von kreisförmigem Umrisse, sondern durch Gruben oder Furchen, welche von der abgeplatteten Oberfläche oder von der Seite ausgehen, wie gelappt. Ihr Durchmesser beträgt 1—2 mm, ihre Höhe 0,5—1 mm, selbst

Fig. 852. Ein verästeltes Primitivbündel von 40 μ aus der Zunge des Frosches. 135 mal vergr.

Fig. 853. Verzweigte Muskelfaser aus der Zunge des Menschen mit Salpetersäure isolirt. Vergr. 60.

1,5 mm. Der die Papille an der Grundfläche enge umschliessende Wall ist gewöhnlich etwas niedriger, 0,2—0,7 mm breit. Nicht selten zeigen sich Uebergänge zu den pilzförmigen Wärzchen, was namentlich von der hintersten, vor dem *Foramen caecum* befindlichen Papille gilt. Die Oberfläche, nicht aber der seitliche Abhang der Papillen ist mit kleinen, sekundären Papillen von 0,2 bis 0,25 mm Höhe bedeckt, über welche das Epithelium glatt hinwegzieht.

Die pilzförmigen Wärzchen — *Papillae fungiformes* — von 0,7 bis 1,8 mm Länge, 0,4—1 mm Breite und mit glatter Oberfläche fallen am Lebenden durch ihre röthliche Farbe auf, finden sich besonders in der vorderen Zungen-

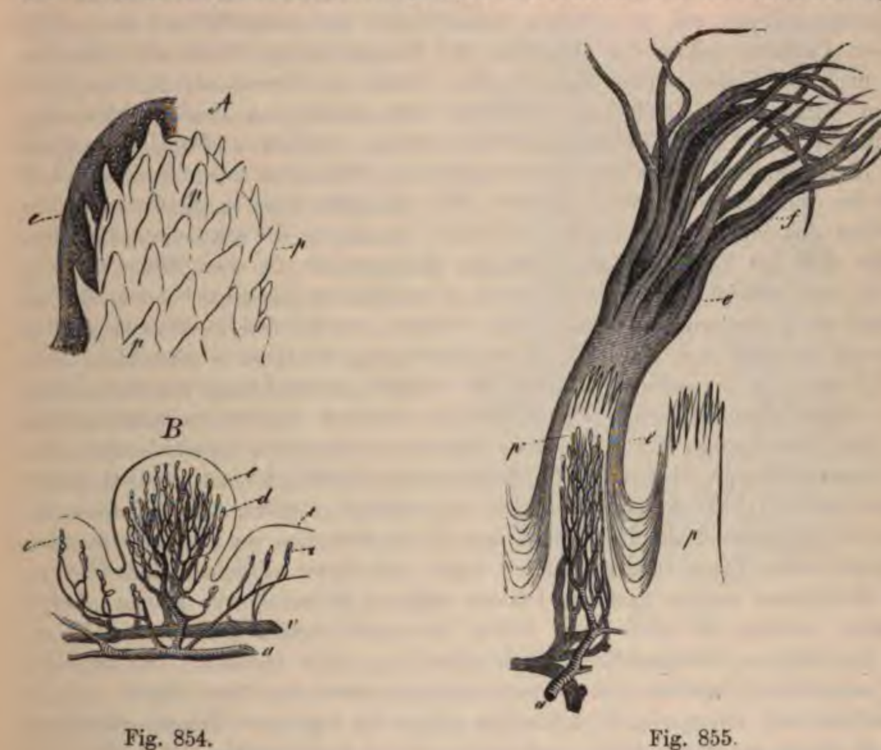


Fig. 854. Fig. 855.

hälfte, wo sie in ziemlich regelmässigen Abständen von 0,5—2 mm und mehr über die ganze Oberfläche zerstreut stehen und namentlich an der Zungenspitze häufig so zusammengedrängt sind, dass sie sich berühren, fehlen jedoch auch in den hinteren Abschnitten bis zu den *Papillae vallatae* heran nicht. Sie sind

Fig. 854. *A Papilla fungiformis* mit den sekundären oder einfachen Papillen *p* (auf der einen Seite noch mit der Epithelialbekleidung *e*), 35mal vergr. *B* Eine ebensolche nur in den Contouren des Epithels *e* mit den Gefässen. *a* Arterie; *c* Kapillaren in den einfachen Papillen der Schleimhaut an der Basis der *Fungiformis*; *d* Kapillarschlingen der einfachen Papillen; *v* Vene. 18mal vergr. Nach *Todd-Bowman.*

Fig. 855. Zwei *Papillae filiformes* des Menschen, die eine mit Epithel, 35mal vergr. Nach *Todd-Bowman. e* Epithelialbekleidung; *f* Fortsätze derselben: *p* Papillen selbst; *a.v* Arterielles und venöses Gefäss der einen Papille sammt den Kapillarschlingen, die aber in die sekundären Papillen eingehen sollten.

mit einfachen kegelförmigen, sekundären Papillen von 0,2—0,25 mm Länge dicht bedeckt, über welche wie bei den umwallten das Epithel glatt hinwegzieht. Die Dicke des Epithels beträgt von den Spitzen der sekundären Papillen weg gerechnet 0,09—0,11 mm. An den Seitenrändern der Zunge flachen sich die pilzförmigen Papillen oft stark ab (*Papillae lenticulares W. Krause*).

Die fadenförmigen *Papillae filiformes* (Fig. 855) von 0,7—3 mm Länge und 0,2—0,5 mm Breite springen durch ihre Zahl und weissliche Farbe leicht in die Augen; dieselben decken, eine dicht neben der anderen, die Zwischenräume zwischen den *Fungiformes* und erscheinen ohne Ausnahme am dichtesten und entwickeltsten mit pinselförmig auslaufenden Enden im Winkel des V der grossen Papillen und in der Mittellinie des Zungenkörpers. Nach den Rändern und nach der Spitze werden diese Papillen sowohl im Ganzen als in ihren Fortsätzen kürzer, zum Theil auch spärlicher und gehen zum Theil in blattartige Bildungen über. Die Mittelformen zwischen diesen Extremen (*Papillae conicae W. Krause*) sind durch ihre mehr zugespitzte Form den fadenförmigen, sonst aber den pilzförmigen Papillen ähnlich. Die typischen *Papillae filiformes* unterscheiden sich von anderen Papillen dadurch, dass die 5—20 sekundären Papillen, welche sich am Ende der kegelförmigen Hauptpapille zu einer Höhe von 0,2 bis 0,3 mm erheben, nicht von einem glatt darüber hinwegziehenden Epithel bedeckt sind, sondern eine Epitheldecke besitzen, welche sich in dünne Fortsätze (22—45 μ) nach Art eines Pinsels zerfasert und im Ganzen eine Höhe von 1—1,5 mm, ja in extremen Fällen das 10fache dieser Länge erreichen kann.

Diese eigenthümlichen Epithelfortsätze kommen dadurch zu Stande, dass die über den Spitzen der sekundären Papillen rascher sich vorschiebenden und im Zusammenhange bleibenden Epithelplättchen allmählich fast vertikal aufgerichtet und in einen verhornten Faden umgewandelt werden, welcher durch an ihn sich anlegende Epithelzellen aus den Zwischenräumen der Sekundärpapillen verdickt wird. Diese letzteren Zellen ragen mit ihrem seitlichen Ende frei an dem Hornfaden hervor und der letztere zeigt in Folge dessen keinen glatten Contour, sondern ist nach allen Seiten mit nach abwärts gerichteten Zacken, den angelagerten interpapillären Epithelplättchen, dicht bedeckt. Die zwischen den sekundären Papillen sich emporschiebenden und nur zum Theile an die Hornfäden sich anlegenden Epithelzellen zeigen die besondere Eigenthümlichkeit, dass in ihnen zahlreiche kleine und grössere Keratohyalintropfen zu finden sind, während das Epithel an den Seitenflächen der primären Papillen ebensowenig als das Epithel der übrigen Zungenschleimhaut Keratohyalin enthält (Fig. 856).

Eine besondere Beachtung verdient eine Region am Seitenrande der Zunge, welche von der Basis des Zungengaumenbogens etwa 5—15 mm nach vorne reicht und der von *F. J. C. Mayer* (Neue Unters. aus dem Gebiete der Anat. u. Physiol. 1842) zuerst bei Thieren beschriebenen *Papilla foliata* entspricht. Bei Thieren ist die *Papilla foliata* in der Regel ein gut abgegrenztes Organ von blätterigem Bau. Beim Menschen ist dieselbe sehr variabel, bald nur aus einigen (3—6) zum Zungenrande quer gestellten, 2—5 mm langen Falten bestehend, bald aus solchen und dazwischen liegenden blätterigen oder flach-pilzförmigen Papillen oder nur aus solchen zusammengesetzt. Nach *F. Tuckerman* (in Journ. of anat. phys. Vol. XXII) setzt sich die *Papilla foliata* des Kindes aus 5—8 Blättern zusammen. Den Durchschnitt einer aus vier ziemlich gleichen

Blättern bestehenden *Papilla foliata* mit den dazwischen liegenden Furchen stellt Fig. 857 dar.

Beim Kaninchen, dessen *Papilla foliata* am häufigsten histologisch untersucht wurde, ist dieselbe ein sehr deutlich umgrenztes Gebilde von elliptischem Umrisse und mit zahlreichen queren Furchen, durch welche dasselbe in 11—15 Blätter zerfällt, die der kurzen Achse der Ellipse parallel gestellt sind. Wie aber beim Menschen die Zahl, Anordnung und Formverhältnisse der umwallten Papillen ausserordentlich variable sind, so ist dies in vielleicht noch höherem Grade bezüglich der *Papillae foliatae* der Fall, die nur in seltenen Fällen ein System von regelmässigen, quer zum Seitenrande der Zunge gestellter Furchen und Blätter darstellen. Die makroskopische Erkennbarkeit der *Papilla foliata* des Menschen erleidet ausserdem noch dadurch eine Einbusse, dass nach vorn von derselben in der Regel Falten des Seitenrandes der Zunge vorkommen, welche vermöge ihres feineren Baues nicht zu der *Papilla foliata* gehören. Die Abgrenzung der *Papilla foliata* nach vorn lässt sich mit einiger Berechtigung nur nach der Verbreitung der Eiweissdrüsen (siehe § 218), welche in die Furchen derselben münden, angeben. Was nun den feineren Bau dieser verschiedenen Formen von Papillen anbelangt, so besteht die Grundlage derselben aus Bindegewebsbündeln, welche zum Theil bis in die sekundären Papillen verfolgt werden können, dann aber gegen die Oberfläche in Fibrillen sich auflösen und in einer homogenen Grenzschichte verlieren, längs welcher zarte elastische Fasernetze sich finden. In den umwallten Papillen kommen, wie *J. Schaffer* entdeckte, nicht selten einzelne glatte Muskelbündel vor, welche in der Längsrichtung oder schräg verlaufen; im Walle auch Bündel, welche in cirkulärer Richtung ziehen. Wie alle Papillen der Mundschleimhaut sind auch die der Zunge reich mit Blutgefässen versehen, indem Arterienästchen von der Basis der Hauptpapille sich verzweigend jede sekundäre Papille mit einer Kapillarschlinge versorgen. Besonders reich an Blutkapillaren und venösen Geflechten sind die *Papillae vallatae* und *foliatae.*



Fig. 856.

Fig. 856. Theil einer fadenförmigen Papille von einem senkrechten Durchschnitte der Zunge. Vergr. 200. *e* Epithel über dem Seitenabhange der Hauptpapille. *e'* zwischen den Hornfäden der sekundären Papillen mit Keratohyalinkörnern; *h* Hornfäden über den sekundären Papillen oben abgeschnitten; *s* Sekundäre Papillen.

Die Lymphgefässe der Zunge bilden nach *Sappey* (Anat. I. 2. S. 685) sehr dichte Netze in der Schleimhaut, namentlich der oberen Fläche der Zunge, wo sie ringförmig die einzelnen Papillen umgeben und selbst mit sehr zarten Gefässchen in den Papillen ein oberflächlicher als die Blutgefässe befindliches vollständiges Netz bilden sollen. Die Stämme dieser Gefässe gehen an der Zungenwurzel oberflächlich rückwärts und treten zu den Halsdrüsen, weiter vorn ziehen dieselben durch das Muskelfleich des Organes in die Tiefe und kommen dann an der unteren Fläche der Zunge zum Vorschein, von wo sie theils durch den *Mylohyoideus*, theils durch den *Hyoglossus* ebenfalls zu Halsdrüsen treten (siehe auch *Beau et Bonamy* Atl. III. pl. 23. fig. 1, 2). Nach *Teichmann* besitzt die Schleimhaut der Zunge verhältnissmässig wenige und feinere Lymphgefässnetze, wogegen dieselben im submukösen Gewebe zahlreicher sind. Von den Papillen fand *Teichmann* nur in den *Filiformes* Lymphgefässe in Gestalt je eines mittleren Gefässes in jeder Papille.

Die Papillen der Zunge zeigen mannigfache Abweichungen, unter denen folgende die wichtigsten sind: 1. Die *Papillae filiformes* sind alle lang und mit sehr beträchtlichen Epithelialfortsätzen versehen. Was man gemeinhin gastrisch belegte Zunge nennt, beruht vorzüglich auf einer Wucherung der Epithelialfortsätze der *Papillae filiformes*, welche alle rückwärts gerichtet und an einander liegend scheinbar einen besonderen weissen Ueberzug bilden. Werden die Fortsätze noch länger, so dass die *Papillae filiformes* 3—4,5 mm messen, so entsteht eine *Lingua hirsuta* oder *villosa*, welche man ebenfalls in verschiedenen Krankheiten gar nicht so selten sieht, und können sich schliesslich Formen ausbilden, welche die Zunge mit 9—13 mm langen Haaren besetzt erscheinen lassen. 2. Die fadenförmigen Papillen haben sehr kleine oder gar keine Epithelialfortsätze und sind von den kleineren *Fungiformes* kaum zu unterscheiden. Zwischen dieser und der ersteren Form finden sich zahlreiche Uebergänge, die keiner besonderen Beschreibung bedürfen. 3. Die fadenförmigen Papillen sind nicht als besondere Hervorragungen vorhanden, sondern in einer gemeinsamen Epithelialhülle des Zungenrückens vergraben. Es giebt, besonders bei alten Leuten, Zungen, die, ohne einen Beleg zu haben, an einzelnen Stellen oder über grössere Flächen keine einzige Papille zeigen, sondern entweder eine ganz glatte Oberfläche oder nur einzelne linienartige Fortsätze, entsprechend den sonstigen Papillenzügen, darbieten. Hier findet sich dann das Epithelium entwickelter und in der Tiefe kleinere Papillen mehr von der gewöhnlichen Form. Verschieden hiervon sind die Zungen, die bei gehöriger Entwickelung der Papillen eine mehr glatte Oberfläche darbieten. Bei diesen ist es eine durch wucherndes Epithel, Schleim, Blut, Eiterkörperchen, Gährungspilze, Fadenpilze bewirkte Verklebung der Papillen, welche die ganz glatte oder von Schrunden durchfurchte Oberfläche bewirkt. 4. Die Epithelialfortsätze der fadenförmigen Papillen sind von Fadenpilzen besetzt. Wohl jeder Mikroskopiker kennt bräunliche, aus einer dunklen Achse und einer feingranulirten Rinde bestehende längliche (260 bis 540 μ lange, 90—180 μ breite) Körper aus dem Zungenbelege. Nur der mittlere Theil der Gebilde ist aus stark verhornten Epithelplättchen gebildet, die durch Kali und Natron, namentlich in der Wärme, einzeln sich darstellen lassen und aufquellen, und von den Epithelialfortsätzen der fadenförmigen Papillen

abstammen; die körnige Rinde dagegen ist nichts anderes als die Matrix eines Fadenpilzes von nur 1,3 μ Breite, der, mit den bekannten Fäden an den Zähnen (*Leptothrix buccalis Robin*) ganz übereinstimmend, oft in ungeheurer Menge in derselben wurzelt. An der Leiche erkennt man leicht die von Pilzen besetzten Epithelzellen mit und ohne hervorragende Pilzfäden auch in situ (Fig. 857), und bei Lebenden kann man durch Abkratzen der Zunge dieselben losgetrennt in beliebiger Menge sich verschaffen. In 20—30 Fällen vermisst *Koelliker* bei gesunden jungen Leuten die feinkörnigen Ueberzüge an den Epithelialfortsätzen kaum einmal und zwar bei solchen mit ganz reiner rother Zunge. Je mehr Beleg da ist, um so häufiger ist die Matrix und treten auch die Pilze auf, die jedoch im Ganzen selten, unter 30 Fällen 3—4 mal, so ausgezeichnet gefunden werden, wie die Fig. 857 ergiebt und überhaupt nur etwa bei einem Dritttheile der Leute sich finden, die nicht ganz regelrechte *Papillae filiformes* haben.



Fig. 857.

Die Nerven der Zungenpapillen sind sehr zahlreich und enden theils frei im Epithel, theils in besonderen Terminalorganen. Sie gehen aus einem markhaltige Fasern führenden Geflechte, das in der Schleimhaut, theilweise noch zwischen den Muskeln und Drüsen liegt, hervor, in welchem, wie *Remak* und *Koelliker* (Mikr. Anat.) fanden, mikroskopische Ganglien enthalten sind, die sowohl im Bereiche des *Glossopharyngeus* (Fig. 858) als auch (spärlicher) im Bereiche des *Lingualis trigemini* vorkommen. Nach *M. v. Lenhossék* (in Würzb. Verh. N. F. XXVII. Bd. 1893) gehören die Zellen der Ganglien unter der *Papilla foliata* des Kaninchens dem *Sympathicus* an und sind wie jene des Grenzstranges multipolar. Sie besitzen mehrere wenig verästelte Dendritfortsätze, welche an benachbarte Ganglienzellen sich anlegend enden und einen Nervenfortsatz, der entweder von der Zelle selbst oder von einem Fortsatze entspringt und die Richtung gegen die *Papilla foliata* einschlägt. Auch Marinescu (in Arch. f. Anat. u. Phys. Phys. Abth. 1891) fand am selben Orte multipolare Ganglienzellen, daneben aber auch solche, welche dem unipolaren Typus anzugehören schienen. In der Gegend der umwallten und blätterigen Papillen finden sich Ganglienzellen regelmässig. Beim Schweine reichen sie bis weit in die umwallten Papillen hinein, beim Menschen bleiben sie in der Regel auf die Basis der Papillen beschränkt, können aber ausnahmsweise ebenfalls bis in die Mitte der Papille emporrücken. Vereinzelte Ganglienzellen finden sich noch bis nahe an das Epithel heran, ferner auch im Bindegewebe des Walles (*J. Schaffer*).

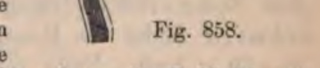


Fig. 858.

In die fadenförmigen Papillen treten ein bis zwei kleine Nervenstämmchen mit 5—10 markhaltigen Nervenfasern, welche, nachdem sie ihr Mark verloren haben, in das

Fig. 857. Eine *Papilla filiformis*, deren hier kurze Epithelialfortsätze von der Matrix der Pilze umhüllt sind, aus der selbst einzelne Fäden hervorwuchern.

Fig. 858. Ein kleines Stämmchen mit drei Ganglien aus der Ausbreitung des *Glossopharyngeus* in der Zunge des Menschen. Geringe Vergr.

Epithel eintreten und dort mit freien Endästen sich verlieren. Im vorderen Drittel der Zunge finden sich nach *Geber* (in Med. Centralbl. 1879) und *Rosenberg* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 1886) in den fadenförmigen Papillen ausser *Krause*'schen Endkolben (s. Bd. I S. 178) auch echte *Meissner*'sche Tastkörperchen. Sie liegen im Fusse der Papillen und sind theils einfach theils zusammengesetzt. Im Epithel der Zunge des Schweines, namentlich in den interpapillären Epithelzapfen fand Severin (l. c.) *Merkel*'sche Tastzellen.

Viel reicher an Nerven als die fadenförmigen sind die pilzförmigen, besonders aber die umwallten und blätterigen Papillen. In sie treten ziemlich starke Nervenbündel, welche in die *Fungiformes* zu 1—2, in die *Vallatae* zu mehreren eindringen und 9—180 μ dick sind.

Die Endigung der in die Papillen eintretenden Nerven ist eine mannigfaltige. Während in den pilzförmigen Papillen ein kleinerer Theil von Nerven in *Krause*'sche Endkolben eintritt, und ein grösserer Theil interepithelial endet, gehen in den *Papillae vallatae* und *foliatae* die Nerven, abgesehen von den Gefässen, in der Hauptsache in einen subepithelialen Plexus markloser Fasern über, welche theils das geschichtete Pflasterepithel versorgen, theils mit eigenthümlichen epithelialen Sinnesorganen in Beziehung treten, welche vorzüglich an den *Papillae vallatae* und den Blättern der *Papillae foliatae*, aber auch an anderen Orten sich finden und als Geschmacksknospen bezeichnet werden (s. § 217).

§ 216.

Von den Geschmacksknospen.

Als Geschmacksknospen [Schmeckbecher (*Schwalbe*), Geschmackszwiebeln (*Lovén*), Epithelknospen (*W. Krause*), Endknospen (*Merkel*), Geschmackskolben (*Henle*)] bezeichnet man Gruppen von Epithelzellen, welche in einer durch die vorstehenden Bezeichnungen ausgedrückten Form angeordnet sind und die ganze Dicke des Epithels nach Art von Cylinderzellen durchsetzend, sich von dem geschichteten Pflasterepithel der Umgebung deutlich abgrenzen.

Bildungen vom Baue der Geschmacksknospen, von *F. Merkel* (Endig. der sensiblen Nerven etc. Rostock 1880) im Allgemeinen als Endknospen bezeichnet, sind in der Wirbelthierreihe — mit Ausnahme der Vögel — weit verbreitet und wurden als becherförmige Organe zuerst von *Leydig* bei Fischen beschrieben, von *Fr. Eilh. Schulze* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16 [1863]) histologisch genauer untersucht und wegen der Beziehungen zum *Glossopharyngeus* im Bereiche der Mundhöhle als Geschmacksorgane erklärt. Bei den Säugethieren und beim Menschen wurden die Geschmacksknospen fast gleichzeitig von *G. Schwalbe* und *Ch. Lovén* 1867 aufgefunden.

Die Form der Geschmacksknospen ist bald eine mehr kugelige, wie z. B. beim Kaninchen, bald eine mehr gestreckte (Ratte, Katze). Beim Menschen giebt *Schwalbe* die Länge mit 77—81 μ, die Breite mit 40 μ an; *Hönigschmied* findet die Knospen beim neugeborenen Kinde 39—45 μ hoch und 36—39 μ breit. Nicht selten sind die Knospen beim Erwachsenen bedeutend breiter, 68—85 μ bei einer Höhe von 54—58 μ und durch Zusammenfliessen von zwei und drei Knospen können auffallend breite, bis zu 168 μ messende Bildungen entstehen (*J. Schaffer*).

Die Geschmacksknospen finden sich typisch an den Seitenabhängen der *Papillae vallatae* (Fig. 859), wo sie bis nahe an den Grund des Grabens vorkommen, während sie am obersten Theile der Seitenabhänge und im Bereiche der freien Oberfläche über den sekundären Papillen in der Regel fehlen. Anders

sind die Verhältnisse bei embryonalen Zungen, an welchen Geschmacksknospen nach *Hoffmann, Hermann* (Arch. f. mikr. Anat. 1884) und *Tuckerman* (Journ. of Anat. Phys. Vol. XXIII) zuerst an der freien Oberfläche der Papillen auftreten, die später wieder verschwinden. Beim Erwachsenen stehen die Knospen in Reihen, welche um die Papillen ziehen. Doch sind diese Reihen beim Menschen höchst unregelmässig und man kann an einer und derselben Papille stellenweise nur zwei, aber auch bis zu neun Knospen über einander finden, da und dort dagegen auf beträchtliche Strecken die Knospen ganz vermissen.



Fig. 859.

Nach *Hönigschmied* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII) sind beim neugeborenen Kinde 2—5 Reihen von Knospen vorhanden. Die den Seitenwänden der Papillen gegenüber liegenden Abhänge der Wälle sind beim Menschen in der Regel frei von Knospen, ausnahmsweise finden sie sich, wie bereits *Schwalbe* bemerkte, auch dort (Fig. 860). Bei gelappten Papillen kann man nicht selten an beiden Abhängen der Furche, welche zwischen die Lappen eindringt, Geschmacksknospen bemerken. Bei Thieren findet man zum Theil eine ähnliche



Fig. 860.

Fig. 859. Querschnitt durch die zwei hinteren *Papillae vallatae* des *Macacus rhesus* Vergrösserung 8. Pikrinsublimat. *Van Gieson.* *e* Epithel über sekundären Papillen; *ed* Eiweissdrüsen; *f Fascia linguae*; *g g'* Gräben und Geschmacksknospen an den Abhängen der Papillen, bei *g'* längs des Walles adenoides Gewebe bis ins Epithel; *m* Quergestreifte Muskeln; *n* Nervenbündel mit Ganglien in die Papille ausstrahlend; *sd* Schleimdrüsen.

Fig. 860. Horizontalschnitt durch eine umwallte Papille. Pikrinsubl. Hämatox. Eosin. Vergr. 25. *G* Graben; *W* Wall; *a* Adenoides Gewebe nahe dem Grunde des Grabens das Epithel des Walles theilweise durchwuchernd; *k* Geschmacksknospen; *k'* Besonders breite Knospe; *k''* Knospen des Walles.

Anordnung wie beim Menschen, in der Regel aber viel regelmässiger in übereinander liegenden Reihen von Knospen (Fig. 859). Bei einigen Nagern (Kaninchen, Ratte, Maus) sind die Geschmacksknospen regelmässig sowohl am Abhange der Papillen, als am gegenüberliegenden Wallbezirke (*Hönigschmied*). Ausser an den *Papillae vallatae* finden sich bei Thieren Geschmacksknospen in grosser Zahl und in mehreren Reihen übereinander an den Abhängen der Blätter der *Papillae foliatae*. Auch hier bleiben die oberen Seitentheile der Blätter und die freien Oberflächen derselben von Knospen frei, während gegen den Grund der Furchen die Reihen von Geschmacksknospen zweier benachbarter Blätter einander gegenüber stehen.



Fig. 861.

Die *Papilla foliata* des Menschen zeigt eine ziemlich regellose Vertheilung der Geschmacksknospen (Fig. 861). An einzelnen Blättern stehen dieselben in grosser Zahl und zwar nicht bloss an den Abhängen, sondern häufig auch bis an die freie Oberfläche. Andere Blätter sind nur auf einer Seite von Knospen bedeckt, wieder anderen können die Knospen auf grössere Strecken oder ganz fehlen. Das Gewebe unter den *Papillae vallatae* und *foliatae* ist durch die sonst an keiner anderen Stelle der Zunge vorkommenden Eiweissdrüsen (siehe § 218) ausgezeichnet, welche in den Grund der Gräben bezw. Furchen, selten an der Oberfläche (*Schwalbe, J. Schaffer*) münden (Fig. 862) und welche nach den Untersuchungen von *Drasch* (Sitzber. d. k. Akad. in Wien. Bd. LXXXVIII) an der *Papilla foliata* des Kaninchens sowohl

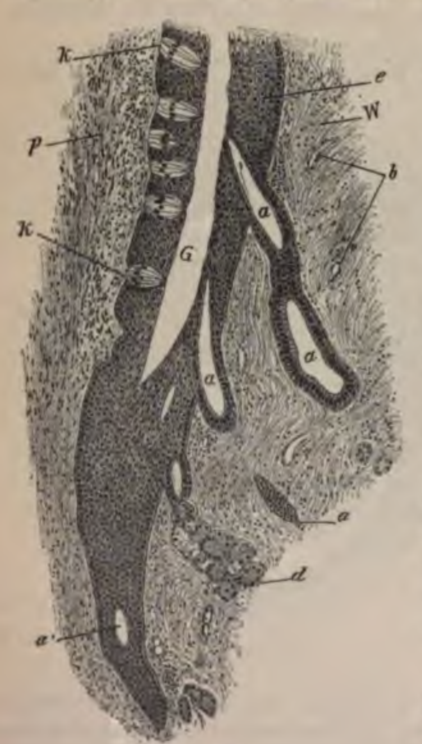


Fig. 862.

Fig. 861. *Papilla foliata* vom neunjähr. Knaben. Senkrecht durchschnitten. Vergr. 18. *a* Adenoides Gewebe; *e* Epithel der Blätter über sekundären Papillen; *ed* Eiweissdrüsen; *k* Geschmacksknospen längs der Furchen; *m* Muskelbündel.

Fig. 862. Unterer Theil des Abhanges einer umwallten Papille. Senkrechter Durchschnitt. Pikrinsublim. Vergr. 85. *G* Graben; *W* Wall; *a* Ausführungsgänge von Eiweissdrüsen; *a'* ein solcher am Grunde des Grabens; *b* Blutgefässe: *d* Eiweissdrüse; *e* Epithel des Walles; *k* Geschmacksknospen; *p* Abhang der Papille.

reflektorisch von der Papille aus als auch durch direkte Reizung des *Glossopharyngeus* zur Sekretion gebracht werden können. Wenn auch die *Papillae vallatae* und *foliatae* der Hauptsitz der Geschmacksknospen sind, so finden sie sich doch auch mehr zerstreut an anderen Orten. Wie *Lovén* entdeckte, kommen vereinzelte Geschmacksknospen auch auf pilzförmigen Papillen und zwar an deren freier Oberfläche vor; beim Kaninchen und bei der Ratte fand er auf jeder pilzförmigen Papille mindestens eine Knospe. Die typischen Geschmacksknospen der umwallten und blätterigen Papillen sitzen in der Regel auf einer an Durchschnitten glatt erscheinenden Schleimhautfläche auf. Beim Hunde und bei der Katze finden sich aber die Knospen meistens auf sekundären Papillen, beim Affen (*Macacus rhesus*) ist dasselbe nur bei den obersten Knospen der umwallten Papillen der Fall. *Sertoli* (in *Moleschott*'s Unters. zur Naturlehre Bd. XI) fand an der *Papilla foliata* des Pferdes die Knospen auf sekundären Papillen. Die Knospen der pilzförmigen Papillen haben wohl immer auf sekundären Papillen ihren Sitz und zeigen, wie die ausnahmsweise auf der Oberfläche der umwallten Papillen vorkommenden Knospen die Eigenthümlichkeit, dass sie mit ihrem freien Ende in einer Vertiefung des Epithels liegen.

Ausser auf den *Papillae fungiformes* sollen Geschmacksknospen auch am weichen Gaumen an dessen vorderer Fläche, besonders in der Nähe der Uvula vorkommen. Von *A. Hoffmann* (*Virchow*'s Arch. Bd. 62) zuerst beim Neugeborenen angegeben, wurden sie später von *W. Krause* (Anatomie I, 1876) auch an älteren Individuen bestätigt. An zwei Serien von Schnitten durch den weichen Gaumen und das Zäpfchen von Erwachsenen konnte ich keine einzige Geschmacksknospe finden; sie sind am Gaumen jedenfalls nicht regelmässig vorhanden und *J. Schaffer* glaubt, dass die kolbig verdickten Enden der Papillen zu Verwechslungen mit Geschmacksknospen Anlass geben. Ein sehr merkwürdiges Vorkommen sind endlich die Geschmacksknospen an der hinteren, dem Kehlkopfe zugewendeten Fläche der *Epiglottis*, wo *Verson* (Wiener Sitzber. Bd. 57) sie entdeckte, welche Angabe vielseitige Bestätigung fand. Sie lassen sich hier nicht nur beim Menschen, sondern auch bei Thieren (Hund, Katze, Kaninchen, Schaf, Schwein etc.) nachweisen und wie *Davis* (Arch. f. mikr. Anat. XIV) mittheilte, nicht nur an der *Epiglottis*, sondern auch an der Schleimhaut des eigentlichen Kehlkopfes im Bereiche der Giessbeckenknorpel. *H. Rabl* (Anat. Anz. XI.) fand an den Geschmacksknospen des Kehldeckels beim Menschen bisweilen die Eigenthümlichkeit, dass sie auf einer Papille aufsitzend über das umgebende Epithel hervorragen, ein Verhalten, das an die primitiven Sinnesknospen der Fische und Amphibien erinnert.

Was den feineren Bau der Geschmacksknospen betrifft, so sind fast alle Untersucher darin einig, dass in denselben zwei Zellformen deutlich unterschieden werden können, welche im Wesentlichen mit den von *F. E. Schulze* (l. c.) bei Fischen zuerst als Epithelzellen und Nervenendzellen beschriebenen Elementen übereinstimmen.

Der Vorstellung, dass die Zellen der einen Art direkt in Nervenfasern sich fortsetzen, haben bis in die neuere Zeit fast alle Forscher gehuldigt und es schienen daher die Bezeichnungen „Nervenendzellen“, „Schmeckzellen“ oder „Geschmackszellen“ für dieselben ganz gerechtfertigt zu sein. Seitdem indessen, wie weiter unten ausführlicher besprochen werden soll, festgestellt wurde, dass in

den Geschmacksknospen keine Zelle in eine Nervenfaser übergeht, wie dies bei den Riechzellen thatsächlich der Fall ist, sind die erwähnten Bezeichnungen nicht mehr zutreffend.

Die beiden Hauptformen der Zellen sollen im Folgenden als Stützzellen (*Merkel*) und Stiftchenzellen (*Schwalbe*) unterschieden werden.

1. Die Stützzellen [Epithelzellen (*F. E. Schulze*), Hüllzellen, Deckzellen (*Lovén, Schwalbe*), äussere Zellen (*W. Krause*), Pfeilerzellen (*F. Hermann*) (Fig. 863 *st*)]. Während die ersten Untersucher *Lovén* und *Schwalbe* einen Gegensatz von Deckzellen, welche die Oberfläche der Knospen bilden und von Geschmackszellen im Innern der Knospe annahmen, haben erst *Merkel* und bestimmter *Ranvier* (Traité technique etc.) darauf hingewiesen, dass ein so scharfer topographischer Gegensatz von zweierlei wesentlich verschiedenen Elementen nicht aufrecht zu erhalten ist und dass Zellen, welche ihrem Baue nach den Deckzellen entsprechen, auch im Innern der Knospe vorkommen. Immerhin ist es richtig, dass die Oberfläche der Knospe ausschliesslich von Stützzellen gebildet wird. Diese oberflächlichen Stützzellen, die Deckzellen der Autoren, besitzen eine der Oberfläche der Knospe entsprechende Krümmung und konvergiren gegen das meistens zugespitzte oder auch etwas abgeflachte periphere Ende derselben, während das centrale Ende der Zellen häufig ziemlich geradlinig verläuft. Das periphere Ende dieser äusseren Zellen läuft allmählich oder ziemlich plötzlich in eine feine Spitze aus (Fig. 863 *st*). Gegen das centrale Ende dagegen ist die Zelle dicker, im Querschnitte prismatisch (*Hermann*) und an der Basis abgestutzt oder ausgezackt. Die Kerne haben eine rundliche oder ellipsoide Form, sind 8—11 μ lang und 7—5 μ breit und liegen in verschiedenen Höhen, bald dem centralen, bald dem peripheren Ende der Zellen näher, welche in der Gegend der Kerne in der Regel nicht merklich verdickt sind. Die Stützzellen im Innern zeigen keine auffälligen Krümmungen und sind an ihrem peripheren Ende abgestutzt, nicht zugespitzt und haben einen mehr cylindrischen Querschnitt. Sie wurden von *Schwalbe* als Stabzellen beschrieben und zu den Geschmackszellen gerechnet. Das Protoplasma der Stützzellen erscheint nach Behandlung mit verdünnter Chromsäure, Chromsalzen, Sublimat etc. bei starker Vergrösserung von kleineren und grösseren Bläschen durchsetzt, wie vakuolisirt. Bisweilen sind einzelne Stützzellen besonders stark vakuolisirt oder sie enthalten in der Nähe der Kerne Häufchen in Osmiumsäure sich schwarz färbender Fettkörnchen (*v. Vintschgau*). Man findet sie besonders in degenerirenden Knospen.



Fig. 863.

Fig. 863. Isolirte Stiftchenzellen *s* mit Stiftchen und anhängenden Nervenfäserchen und Stützzellen *st* von der Oberfläche der Knospen (Deckzellen). Ratte. *Müller's* Flüssigkeit. Vergr. 600.

Die Gesammtheit der oberflächlichen Stützzellen konvergirt mit ihren Spitzen gegen einen Punkt am peripheren Ende der Knospe, lässt jedoch eine kreisförmige Oeffnung frei, über welcher eine runde, 3—4 μ grosse Lücke — im Bereiche der die Knospe überdeckenden, platten, verhornten Zellen des geschichteten Pflasterepithels — der Geschmacksporus (Fig. 864 *p*) gelegen ist. *F. Hermann* bezeichnet letzteren als äusseren, den Kreis zwischen den Spitzen der oberflächlichen Stützzellen aber als inneren Geschmacksporus. Nach *Hermann* gehen aber die Deckzellen nicht, wie hier in Uebereinstimmung mit der Mehrzahl der Untersucher, insbesondere mit *Schwalbe*, *Engelmann* (*Stricker*'s Handbuch) beschrieben wurde, in eine einfache Spitze aus, sondern in einen gestrichelten Saum, welcher den inneren Geschmacksporus zu einem vollständig geschlossenen Kreise durch die seitliche Berührung der abgestutzten Säume gestaltet. Diese Darstellung beruht aber wohl auf einer Täuschung, welche an feinen Schnitten dadurch zu Stande kommt, dass die Spitzen der oberflächlichsten Deckzellen abgeschnitten sind und die tiefer gelegenen Enden der im Innern der Knospe gelegenen Zellen zur Ansicht kommen. Letztere enden keineswegs alle in gleicher Höhe in der Ebene des Kreises der Spitzen der äusseren Deckzellen. Die Zellen im Innern der Knospe sind vielmehr um so kürzer, je näher sie der Achse der Geschmacksknospe stehen. Dadurch entsteht an der Spitze der Knospe ein becherartiges Grübchen, das bei den Geschmacksknospen des Menschen in der Regel ziemlich tief und deutlich nachweisbar ist (Fig. 864 *p*), während es bei Thieren, namentlich bei den am meisten untersuchten Knospen der *Papilla foliata* des Kaninchens oft sehr seicht und kaum bemerkbar ist. Immerhin wurden die Grübchen bei diesem am meisten untersuchten Objekte von *v. Lenhossék* an *Golgi*-Präparaten zuerst abgebildet, wenn auch nicht im Texte beschrieben. An den Geschmacksknospen anderer Thiere (Katze, Affe, Schwein) zeigt dieses Grübchen ein ähnliches Verhalten wie beim Menschen. Die Stützzellen, welche im Bereiche des Grübchens unterhalb der Deckzellen enden, entsprechen den Stabzellen *Schwalbe*'s; zwischen ihnen, bis an die Deckzellen

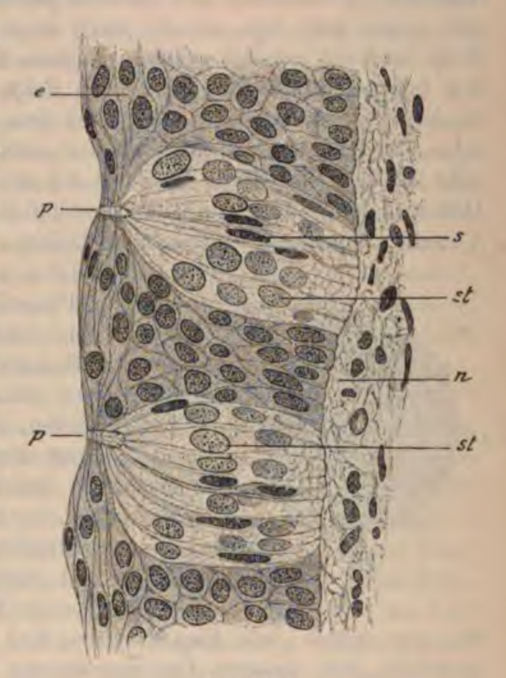


Fig. 864.

Fig. 864. Zwei Geschmacksknospen vom Abhange einer *Papilla vallata* vom neunjährigen Knaben. Pikrinsublim. Hämatox. Eosin. Vergr. 400. *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *n* Subepitheliales Fasernetz; *p* Geschmacksporus nach innen in das Knospengrübchen sich fortsetzend; *s* Stiftchenzellen; *st* Stützzellen.

heran, enden auch in dem Grübchen die im Folgenden zu besprechenden Stiftchenzellen, deren stiftchenförmiger Aufsatz beim Menschen in das Grübchen hineinragt, ohne den äusseren Geschmacksporus zu erreichen. Die Zahl der äusseren Stützzellen wird beim Kaninchen von *Hermann* mit 6—10 angegeben; beim Menschen ist sie in der Regel eine grössere, bei *Macacus rhesus* zählte *ich* deren 12—15.

2. Die Stiftchenzellen [Nervenendzellen (*F. E. Schulze*), Geschmackszellen, Schmeckzellen (*Lovén, Schwalbe*), Spindelzellen (*W. Krause*), Stäbchenzellen (*Merkel*), Neuroepithelzellen (*Hermann*), Bipolarzellen (*Ramon y Cajal*) (Fig. 863 *s*)]. Sie erscheinen schlank, stäbchenartig, in der Regel nicht gekrümmt und zeigen nur dort, wo der Kern liegt, eine Verdickung (Fig. 863 *s*). Der Kern erscheint meistens schmal, elliptisch fast stäbchenartig, 9—10 μ lang, 3 bis 4 μ breit und färbt sich an fixirten Präparaten meistens intensiver (Fig. 864 *s*) als jener der Stützzellen. Doch sind diese Charaktere nicht so scharf, um stets jeden Zweifel auszuschliessen, ob eine stabförmige Stützzelle oder eine Stiftchenzelle vorliegt. Die Kerne befinden sich wie bei den Stützzellen in verschiedenen Höhen; seltener über der Mitte, gewöhnlich unter derselben, bisweilen selbst am centralen Ende. An gelungenen Isolationspräparaten sind aber die Stiftchenzellen dadurch von den Stützzellen zu unterscheiden, dass ihr Protoplasma nicht schaumig, sondern fein längsstreifig erscheint, vor Allem aber dadurch, dass sie, wie *Schwalbe* entdeckte, an ihrem peripheren Ende einen glänzenden, homogenen, stiftchenförmigen Aufsatz haben, der bei starker Vergrösserung als eine deutlich vom übrigen Zellkörper verschiedene Substanz erscheint. Diese cuticularen Stiftchen ragen beim Kaninchen durch den von den Spitzen der oberflächlichen Deckzellen gebildeten inneren Geschmacksporus bis in den kurzen Kanal hinein, welcher zwischen innerem und äusserem Geschmacksporus gelegen ist, ohne jedoch, wie *Engelmann* fand und *v. Lenhossék* in neuerer Zeit bestätigte, den äusseren Geschmacksporus zu erreichen oder gar zu überragen. Beim Menschen treten die Stiftchen in die von den Enden der Stützzellen gebildeten Knospengrübchen, überragen aber wohl niemals die peripheren Spitzen jener Stützzellen, welche den Eingang der Grube umranden, also den inneren Geschmacksporus bilden (Fig. 864).



Fig. 865.

Von *Lovén* und *Schwalbe* und den ersten Nachuntersuchern wurde angegeben, dass das centrale Ende der Stiftchenzellen, wenigstens in vielen Fällen, einen varikösen Faden darstelle, welcher muthmasslich in eine Nervenfaser übergehe. Die neueren Untersuchungen haben dies nicht bestätigt. Nachdem zuerst *G. Retzius* mit Bestimmtheit sich gegen einen direkten Uebergang der centralen Zellfortsätze in Nervenfasern ausgesprochen hatte, wies *Arnstein* an Isolationspräparaten, nachdem vorher in vivo die Nerven mit Methylenblau

Fig. 865. Geschmacksknospe von *Macacus rhesus* schräg von oben gesehen. Vergr. 400. *ip* Contour des Knospengrübchens von den Deckzellen überragt. In der Mitte des Grübchens die Stiftchen von Stiftchenzellen; *z* Pflasterepithelzelle der Knospe anliegend.

gefärbt waren, nach, dass das centrale Zellenende niemals wie eine Nervenfaser sich verhält, dagegen variköse Nervenfädchen den Zellen dicht anliegen, welche an nicht gefärbten Präparaten wie Fortsätze derselben erscheinen können. Es ist in der That nichts seltenes, dass an gewöhnlichen Isolationspräparaten da und dort kurze variköse Fäserchen an den Zellen haften bleiben (Fig. 863 *s, s*). Der wirkliche centrale Fortsatz der Stiftchenzellen ist nicht dünner als der periphere; ja häufig sogar dicker mit abgestutztem Ende. Die Zahl der Stiftchenzellen giebt *Hermann* für eine mittlere Geschmacksknospe des Kaninchens mit 15, für eine grössere mit 20 an, während *Schwalbe* die Zahl der Geschmackszellen mit 4—6 angiebt. Nach eigenen Beobachtungen an Knospen von *Macacus rhesus* finde ich die Zahl der Stiftchen, in Uebereinstimmung mit den Angaben *Schwalbe*'s, in mässiger Anzahl, jedenfalls nicht mehr als 7—8. Als eigenthümliche Formen wurden von *W. Krause* Zellen mit zwei Fortsätzen am peripheren Ende unter dem Namen Gabelzellen beschrieben. Sie sind auf keinen Fall eine konstante und typische Zellform und wurden von der Mehrzahl der Nachuntersucher nicht gefunden. Auch *ich* konnte mich von ihrer Existenz nicht überzeugen. *Merkel* erklärt sie als auf der Kante liegende Enden von Stützzellen, deren Ränder wie zwei gesonderte Fortsätze erscheinen können. Stütz- und Stiftchenzellen mit getheilten centralen Fortsätzen kommen jedoch sicher vor und sind an Isolations- und *Golgi*-Präparaten nachzuweisen. *v. Lenhossék* macht genaue Angaben über die verschiedenen Formen der Zellen der Geschmacksknospen auf Grund der Untersuchung von *Golgi*-Präparaten.

Ausser den Stütz- und Stiftchenzellen sollen sich, wie *F. Hermann* an Schnittpräparaten vom Kaninchen beschreibt, am centralen Ende der Knospen besondere, platte, ästige Basalzellen vorfinden. Sie sind jedenfalls in den Knospen des Menschen und vieler Thiere nicht vorhanden. Beim Kaninchen handelt es sich vielleicht um Stützzellen, welche die Kerne sehr nahe am basalen Ende haben und welche in Folge von trügerischen Schrägschnitten mit ihrem kernhaltigen Ende von dem übrigen Zellkörper abgetrennt erscheinen oder um subepitheliale Bindegewebszellen, welche bis in die Knospenbasis hinein gerückt erscheinen. Letztere Deutung scheint mir die wahrscheinlichere; namentlich mit Rücksicht auf die Thatsache, dass an Schnittpräparaten die von *Drasch* beim Kaninchen so eingehend beschriebenen bindegewebigen Nischen, in welchen die Knospen stecken, der Beobachtung vollständig entgehen (*Drasch* in Wiener Sitzber. Bd. LXXXVIII). Die Kerne der Stütz- und Stiftchenzellen nehmen in der Regel die mittleren Regionen der Zellen ein und man bekommt daher an Längsschnitten der Knospen eine mittlere kernreiche Region zur Ansicht, welche *Ranvier* als Kernzone bezeichnet, während der basale Theil der Knospe völlig frei von Kernen ist (Fig. 864).

Wie *Ranvier* zuerst bemerkte und wie leicht zu bestätigen ist, kommen in den Geschmacksknospen wandernde Leukocyten in wechselnder Zahl vor. Sie finden sich oft in grosser Menge, namentlich wenn das subepitheliale Gewebe, wie dies sowohl da und dort an den Wällen, aber auch an den Abhängen der Papillen nahe am Grunde der Gruben vorkommt, eine adenoide Umwandlung erfahren hat (Fig. 860). Mit Unrecht hat *Ranvier* diese wandernden Leukocyten mit den Fettkörnchenhaufen als identisch betrachtet, welche *v. Vintschgau*

in den Deckzellen, namentlich solcher Knospen gefunden hat, die in Degeneration sind. *Hermann* hält grossen Leukocytenreichthum der Knospen für ein Zeichen beginnender Degeneration; *v. Lenhossék* stimmt jedoch dieser Deutung nicht zu. In der That ist das Vorkommen von Leukocyten in Knospen ein zu häufiges als dass man daran denken könnte, alle Knospen, welche solche enthalten, seien in Degeneration begriffen.

Eigenthümliche zellige Elemente an der Peripherie der Geschmacksknospen des Kaninchens mit langen stabförmigen Kernen, welche sich intensiv in Saffranin färben, beschreibt *v. Lenhossék*. Er hält sie für zu Grunde gehende oder verhornte Deckzellen, für welche Deutung er das nicht seltene Vorkommen von Mitosen in den Zellen der Knospen anführt.

Der Komplex der Zellen einer Geschmacksknospe ist ringsum von geschichtetem Pflasterepithel begrenzt; lässt sich aber aus demselben verhältnissmässig leicht isoliren. Ueber dem peripheren Ende der Knospe finden sich stark abgeplattete Pflasterepithelzellen, welche ein meist kreisrundes, etwa 3 μ weites Loch, den bereits erwähnten äusseren Geschmacksporus einschliessen. Der Geschmacksporus stellt einen sehr kurzen, etwa 5 μ langen Kanal dar, der in der Regel zwei, seltener drei übereinander liegende Zellenlagen durchsetzt. Nur ausnahmsweise erreicht dieser Kanal eine grössere Länge, indem viele Zellschichten denselben umgrenzen, wie insbesondere *Merkel* (l. c.) von der Fledermaus beschreibt und abbildet. Die äussere Mündung des Kanales liegt entweder in der Ebene der äusseren Epithelgrenze oder in einer seichten Vertiefung derselben. Die Mündung wird entweder von zwei bis drei zusammenstossenden Zellplatten gebildet oder liegt innerhalb einer einzigen Zellenplatte, welche sie durchbohrt. Die der Knospe zugewendeten Flächen der Zellenplatten zeigen eine uhrglasartige Wölbung, durch welche das abgelöste Pflasterepithel den Oberflächencontour der Knospe erkennen lässt (Fig. 866). Die Zellen verhalten sich wie verhornte Epithelzellen, ihre Kerne sind stets in beträchtlicher Entfernung vom Porus und zeigen, wie *Hermann* hervorhebt, die Erscheinungen der Chromatolyse. Die Stiftchen der Stiftchenzellen ragen, wie bereits erwähnt, in der Regel nicht in den Kanal des Geschmacksporus; derselbe ist lediglich von Flüssigkeit erfüllt.



Fig. 866.

§ 217.

Von den Nerven der Geschmacksknospen.

Die Geschmacksknospen erhalten ihre Nerven aus dem bereits beschriebenen Plexus (§ 215), aus welchem die Zungenschleimhaut im Ganzen versorgt wird.

Fig. 866. Abgelöstes Epithel über zwei Geschmacksknospen von der Ratte. *Müller*'s Flüssigkeit. Vergr. 600. *e* Epithelzellen; *p* Geschmacksporus.

Die in das Verzweigungsgebiet des *Nervus glossopharyngeus* fallenden *Papillae vallatae* und *foliatae* haben in der Knospenregion einen aus dem gröberen, Ganglienzellen enthaltenden Nervengeflechte hervorgehenden, feinen, subepithelialen Plexus (Fig. 867). Das subepitheliale Gewebe im Bereiche dieses Nervengeflechtes fällt durch eine besondere Beschaffenheit gegenüber jenem der knospenfreien Regionen auf. Während in letzteren reichliche, feine, subepitheliale, elastische Fäserchen und leimgebende Bündelchen bis in die sekundären Papillen hinein zu verfolgen sind, fehlen diese Elemente unter den Geschmacksknospen. Man findet hier ein feinfaseriges Gewebe, das an Schnitten fixirter und in Eosin und Hämatoxylin gefärbter Präparate fast an die oberflächliche Gliaschichte des Rückenmarkes erinnert (Fig. 864 *n*), ausserdem aber durch zahlreiche, eigenthümliche, kleine Zellen sich auszeichnet. Die besondere Beschaffenheit dieser unter den Knospen gelegenen Region ist zuerst *W. Krause* aufgefallen, der die Kerne dieser Region als „Geschmackskörner" bezeichnete. Von *Drasch* wurde diese Region zuerst eingehend bezüglich des Nervenverlaufes an der *Papilla foliata* des Kaninchens nach Goldimprägnation untersucht und hierbei zeigte sich, dass hier viele, reich verästelte oder auch bipolare kleine Zellen vorkommen, deren lange Ausläufer sich den Nervenfasern beigesellen und die *Drasch* deshalb für Nervenzellen hielt. Da aber diesen Zellen die typischen Eigenschaften peripherer Ganglienzellen nicht zukommen, haben *G. Retzius, v. Koelliker* und *v. Lenhossék* die nervöse Natur derselben in Abrede gestellt, während *Fusari* und *Panasci* der Deutung von *Drasch* beistimmen und der neueste Autor, *Jacques*, die Frage offen lässt. Ein Theil der für nervös gehaltenen Zellen, insbesondere jene, welche sich an *Golgi*-Präparaten, wie sie von *Fusari* und *Panasci* und von *Jacques* ausschliesslich untersucht wurden, mitten im Stroma der Zungenpapillen, sowie in der subepithelialen Region der fadenförmigen Papillen u. s. w. finden, sind wohl nur gewöhnliche Bindegewebszellen. Dass es sich jedoch nicht überall, namentlich nicht in der Region unter den Knospenreihen um solche handelt, geht schon aus dem Fehlen der leimgebenden und elastischen Fasern an diesem Orte hervor, während anderseits die zahlreichen



Fig. 867.

Fig. 867. Vertikalschnitt durch eine *Papilla vallata* einer jungen Katze. *Golgi*-Präparat von Prof. G. *Retzius*. Vergr. 85. Nervenplexus der Papille ziemlich vollständig imprägnirt. *e* Epithel des Walles; *g* Graben; *i* Intergemmale Nervenenden; *i'* Intraepitheliale Nerven an der oberen Papillenfläche; *p* Circum- und intragemmale Nervenenden.

Anastomosen der Zellen, wie sie *Drasch* an Goldpräparaten naturgetreu abbildet, entschieden gegen die nervöse Natur derselben sprechen. Der Umstand, dass die Zellen in dem Nervengeflechte eingelagert sind und ihre Ausläufer zum Theil an zweifellose Nervenfasern sich anlegen, berechtigt zu der Annahme, dass es sich um eine die Nervengeflechte begleitende und dieselben einscheidende zellige Stützsubstanz handle. Gegen diese Auffassung scheint mir auch die von *Fusari* und *Panasci* betonte und von *v. Lenhossék* bestätigte Beobachtung, dass Fortsätze solcher Zellen auch in das Epithel zwischen den Knospen eindringen können, nicht zu sprechen. Denn abgesehen davon, dass Scheidenzellen der Nerven, wie Zellen der Bindesubstanz überhaupt, auch in das Epithel eindringen können, ist hier eine Täuschung leicht möglich, da die nach der Entdeckung *Drasch's* die Basis der Knospen des Kaninchens umfassenden bindegewebigen Nischen an *Golgi*-Präparaten der Beobachtung vollständig entgehen.



Fig. 868.

Der subepitheliale Nervenplexus in der Knospenregion der *Papilla foliata* des Kaninchens nimmt, wie *Drasch* nachwies, von einem längs des Bodens der Gräben verlaufenden, gröberen Geflechte seinen Ausgang. Wie *Sertoli* beim Pferde, *Ranvier* und *Drasch* beim Kaninchen zeigten, ist jedenfalls nur ein verhältnissmässig geringer Theil der Nerven für die Knospen bestimmt. Ein grosser Theil der Nerven endet theils im Epithel über der Knospenregion, theils in dem Epithel zwischen den Knospen. Diese intergemmalen Nervenenden zeigen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie die freien Nervenenden in der Epidermis und den geschichteten Pflasterepithelien überhaupt. Doch sind sie besonders zahlreich und die in das Epithel aufsteigenden Fäserchen dringen bis in die oberflächlichsten Schichten, um dort mit leichten Anschwellungen zu enden. Es finden sich aber ausserdem Enden der sich dendritisch verzweigenden Endfäserchen in allen Schichten des Epithels. Nicht selten sieht man die feinen Nervenfäden fast horizontal verlaufende Aeste unter rechten Winkeln abgeben,

Fig. 868. Senkrechter Schnitt von der *Papilla foliata* der Ratte. *Golgi.* Vergr. 200. *d* Imprägnirte Stützzelle; *e* Epithel der Falte zwischen zwei Furchen *f*; *g* Geschmacksknospen mit intragemmalen und circumgemmalen Nervenfasern; *i* Intergemmale Nervenfasern; *n* Dickeres Nervenbündel; *s* Subepithelialer Plexus.

die nach kürzerem oder längerem Verlaufe mitten im Epithel enden. Ein nicht seltenes Vorkommen sind ferner rückläufige Aeste, welche aus den oberflächlichen in tiefere Epithelschichten eindringen. Die intergemmalen Nervenendigungen wurden von *Sertoli, Ranvier* und *Drasch* nach Goldpräparaten als Netze beschrieben, was wohl nur eine bei dem grossen Reichthum der an solchen Präparaten sich färbenden Fäserchen leicht mögliche Täuschung ist. An *Golgi*-Präparaten sieht man keine Netze, sondern dendritische Endgeäste, wie in anderen Epithelien. Besonderes Gewicht hat *v. Lenhossék* auf die Thatsache gelegt, dass die terminalen Fäserchen zwischen die oberflächlichsten verhornten Zellen eindringen. Indessen ist dies keineswegs eine Eigenthümlichkeit der intergemmalen Nervenenden; dasselbe findet sich auch im Epithel der Papillenoberfläche und an anderen Orten, z. B. im Epithel der Cornea. Es ist nur auffallend, dass sich die intergemmalen Nerven an *Golgi*-Präparaten besonders leicht imprägniren, was für die leichte Durchdringbarkeit dieses Epithels für Flüssigkeiten spricht. Ueber die Bedeutung der intergemmalen Nervenenden äussert *Sertoli*, dass dieselben mit Rücksicht auf ihre geschützte Lage wohl keineswegs für Tastempfindungen, sondern für Geschmacksempfindungen bestimmt seien. *Drasch* weist aber auf die Möglichkeit hin, dass dieselben sensiblen Fasern angehören, welche für die reflektorische Erregung der in die Gräben der Papillen mündenden Drüsen bestimmt sind, da er die reflektorische Sekretion dieser Drüsen durch Reizung der Papillen experimentell erweisen konnte.

Das Verhalten der intragemmalen Nervenendigung war lange Zeit sehr dunkel und wurde erst durch *G. Retzius* (Biol. Unters. IV. 1892) und wenig später und unabhängig von *Retzius* durch *Arnstein* und *v. Lenhossék* aufgeklärt. Nach diesen Untersuchungen, deren wesentliches Resultat von *Jacques* (in Travaux du labor. d'anatomie de Nancy. Paris 1894) bestätigt wurde, treten die intragemmalen Nervenfasern aus dem subepithelialen Geflechte in mässiger Zahl (2—5 nach *v. Lenhossék*) als selbständige Fäserchen, welche mit den intergemmalen nicht zusammenhängen (Fig. 869), im Bogen in die Knospen ein und verästeln sich in denselben in vorwiegend longitudinalem Verlaufe zu einem reichen varikösen Endgeäste, das bei vollkommener Imprägnirung den Eindruck eines die Zellen umspinnenden Netzes machen kann, welches bis an den inneren Geschmacksporus heranreicht. Die dendritisch verzweigten Enden laufen in feine Knöpfchen aus, die sich von den Varikositäten im Verlaufe der Fäserchen nicht wesentlich unterscheiden. Die Nervenenden legen sich innig an die Zellen an, insbesondere aber an die Stiftchenzellen, wie daraus hervorgeht, dass an Isolationspräparaten feine, variköse Fäden diesen Zellen häufig anhängen (Fig. 863 *s*). Da indessen die terminalen Nervenfäden mit allen Zellen der Geschmacksknospen,



Fig. 869.

Fig. 869. Geschmacksknospe von der *Papilla vallata* der Ratte. *Golgi*. Vergr. 500. *g* Gemmale, *i* intergemmale, *ig* intragemmale, *p* circumgemmale Nervenfäserchen; *k* Contour der Knospe.

also auch mit den Stützzellen in Kontakt treten, liegt kein zwingender Grund vor, nur die Stiftchenzellen als specifische Nervenendzellen anzusehen. Immerhin ist zuzugeben, dass die Stiftchenzellen als höher differenzirte Sinneszellen durch ihre kutikularen Stiftchen und durch die anscheinend innigere Berührung mit terminalen Nervenfäden ausgezeichnet sind.

Im Anschlusse an die unter dem Einflusse *M. Schultze*'s entstandenen älteren Angaben von dem Zusammenhange der centralen Enden der Stiftchenzellen mit Nervenfasern haben *Fusari* und *Panasci* auch noch nach Untersuchungen mit der *Golgi*-Methode die Behauptung aufgestellt, die Geschmackszellen gehen direkt in Nervenfasern über. *G. Retzius* wies aber nach, dass sowohl an *Golgi*-Präparaten als an Methylenblaupräparaten die freie intragemmale (intrabulbäre) Nervenendigung sicher erwiesen werden kann, dagegen niemals ein direkter Uebergang einer Nervenfaser in eine Zelle. *Arnstein* zeigte dann an Isolationspräparaten von Knospen, deren terminale Nervenfäserchen mit Methylenblau gefärbt waren, dass dieselben den Zellen stets nur anliegen, niemals aber mit denselben in Kontinuität stehen. Ausser den Nervenfäserchen, welche im Innern der Knospe enden, finden sich auch solche, welche die oberflächlichen Deckzellen bis zum Geschmacksporus hin umranken; ja *v. Lenhossék* (Anat. Anz. 1893) fand anfänglich nur diese, von *Retzius* als peribulbäre bezeichneten, circumgemmalen Endigungen. Dieselben hängen mit den intragemmalen Fäserchen zusammen (Fig. 869) und umspinnen die Oberfläche der Knospe bei vollkommener Färbung so dicht, dass sie wie ein oberflächliches Nervennetz erscheinen können.

In neuerer Zeit beschreiben *Arnstein* und sein Schüler *Ploschko* (in Anat. Anz. XIII, 1897) noch eine besondere, zuerst von *Jobert* und *Grandry* und von *v. Lenhossék* (Anat. Anz. VIII, 1893) an den Endknospen der Fische bemerkte Nervenendigung, welche sie als subepitheliales, die Basis der Knospe umfassendes Endbäumchen auffassen. Es handelt sich um ein Terminalorgan, das wie eine Schale die Basis der Knospe umfasst und daher von *v. Lenhossék* als *Cupula* bezeichnet wurde. *Arnstein* und *Ploschko* haben zunächst die Knospen in der *Epiglottis* des Hundes untersucht, betrachten aber diesen Befund für alle Geschmacks- und Endknospen gültig. Das Endbäumchen der *Cupula* soll von markhaltigen Nervenfasern entstehen; ebenso das intragemmale, axiale Endbäumchen, während die circumgemmalen Fäserchen dem marklosen subepithelialen Plexus entstammen sollen. Mit letzterer Angabe stellen sich die genannten Autoren mit *Retzius* und *v. Lenhossék* in Gegensatz, welche einen wesentlichen Unterschied zwischen intragemmalen und circumgemmalen Fasern leugnen, womit meine eigenen Beobachtungen übereinstimmen, indem ich in einigen Fällen circum- und intragemmale Fasern aus derselben Stammfaser abzweigen sah (Fig. 869).

A. Dogiel (in Arch. f. mikr. Anat. 49) findet an den Geschmacksknospen der Ganoiden ebenfalls die circum- und intragemmalen Nerven in Zusammenhang und ist geneigt sie sammt den intraepithelialen Nerven als sensible Fasern, dagegen als eigentliche Endigungen der Geschmacksnerven den der *Cupula v. Lenhossék*'s entsprechenden Apparat anzusehen.

Durch *v. Vintschgau* und *Hönigschmied* wurde festgestellt, dass beim Kaninchen nach Durchschneidung des *Nervus glossopharyngeus* die *Papilla foliata* der betreffen-

den Seite atrophirt und die Geschmacksknospen zu Grunde gehen. *S. Meyer* (in Arch. f. mikr. Anat. XLVIII. 1895) und *Sandmeyer* (in Arch. f. Anat. Phys. Physiol. Abth. 1896), welche diesen Befund gegen widersprechende Angaben *Baginsky's* bestätigen, finden bereits 30 Stunden nach der Durchschneidung die dem Boden der Furchen nächste Knospenreihe in Plattenepithel umgewandelt, während in den obersten Reihen der Knospen die letzten Reste derselben nach 12 Tagen verschwunden sind.

Litteratur.

Verdauungsorgane im Allgemeinen und Mundhöhle. Ausser den älteren anatomischen Werken von *E. H. Weber*, *Valentin* (in Handw. d. Phys.), *Todd-Bowman*, *Henle*, *Arnold*, *Huschke*, *Krause*, *Sappey*, *Koelliker* und den Abbildungen von *Berres*, *Arnold*, *Langenbeck*, *Ecker*, *Beau* und *Bonamy* vergl. *W. Bowman*, Art. Mucous Membrane in *Todd's* Cyclopaedia of Anatomy 1852; *J. Henle*, Handb. d. Anatomie des Menschen, 2 Bd., Eingeweidelehre 1866 und 2. Aufl. 1873; *W. Krause*, Allgemeine mikroskopische Anatomie, Hannover 1876 sammt Nachträgen 1881; *C. Toldt*, Lehrbuch der Gewebelehre, 3. Aufl. Stuttgart 1888; *L. Ranvier*, Traité technique d'histologie, Paris 1889, II. Aufl.; *Renaut*, Traité d'histologie pratique, T. II. 1897; *P. Poirier*, Traité d'anatomie humaine, T. IV. Tube digestif Paris 1897; *Ph. Stöhr*, Lehrbuch der Histologie, VIII. Aufl. Jena 1898; *A. Oppel*, Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbelthiere, I. Bd. Magen, II. Bd. Schlund und Darm, Jena 1897; *A. Böhm* u. *M. v. Davidoff*, Lehrbuch der Histologie des Menschen, 2. Aufl. Wiesbaden 1898; *C. Toldt*, Anatomischer Atlas, 5. Lieferung Wien 1897. — Litteratur über die Zunge, ausser den im Texte citirten Schriften: *C. J. Baur*, Ueber den Bau der Zunge, in *Meckel's* Arch. 1822 S. 350; *P. N. Gerdy*, De la structure de la langue, in Recherches d'anatomie de physiol. et de pathol. Paris 1823; *P. F. Blandin*, Sur la structure de la langue, in Arch. génér. de médecine 1828; *J. Zaglas*, On the muscular structure of the tongue of man and of certain mammalia, in Annals of Anatom. and Physiolog. ed. by J. Goodsir 1850, I p. 1; *H. Hyde Salter*, Art. Tongue, in *Todd's* Cyclop. of Anatomy IV. 1850; *C. B. Brühl*, Ueber den Bau der Zunge der Haussäugethiere, in Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere Wien 1850; *Sappey*, Ueber die Lymphgefässe der Zunge, in Compt. rend. 1847; *G. Schwalbe*, Ueber das Epithel der *Papillae vallatae*, in Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. III, 1867; *Derselbe*, Ueber die Geschmacksknospen der Säugethiere und des Menschen. Ibid. Bd. IV, 1868; *Chr. Lovén*, Beiträge zur Kenntniss vom Bau der Geschmackswärzchen der Zunge. Ibid.; *E. Klein*, Die Zunge, in *Stricker's* Handb. d. Lehre von den Geweben S. 367; *Th. W. Engelmann*, Die Geschmacksorgane. Ibid. S. 822; *M. v. Vintschgau*, Beobachtungen über die Veränderungen der Schmeckbecher nach Durchschneidung des *Nervus glossopharyngeus*, in *Pflüger's* Arch. Bd. XXIII, 1880; *O. Drasch*, Untersuchungen über die *Papillae foliatae* etc., in Abhandl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. 14. Bd. S. 231; *F. Hermann*, Studien über den feineren Bau des Geschmacksorganes, in Sitzber. d. Kgl. Akad. d. Wiss. in München 1888 S. 277; *R. Fusari* und *A. Panasci*, Sulle terminazioni nervose nella mucosa e nelle ghiandole sierose della lingua dei mammiferi. Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXV, 1890, p. 835 und Arch. ital. de Biol. 1891; *G. Retzius*, in Biolog. Unters. N. F. IV. Bd. Stockholm 1892; *A. Arnstein*, Die Nervenendigungen in den Schmeckbechern der Säuger, in Arch. f. mikrosk. Anat. 41. Bd. 1893; *v. Lenhossék*, Die Geschmacksknospen etc. Verhandl. d. Physik.-Med. Ges. zu Würzburg. N. F. 27. Bd. Nr. 5, 1893; *P. Jacques*, Terminaisons nerveuses dans l'organe de la gustation, Paris 1894; *S. Ramón y Cajal*, in Manual de Histologia normal, Valencia 1889 S. 598 und Elementos de Histologia normal, Madrid 1895, S. 347; *V. v. Ebner*, Ueber die Spitzen der Geschmacksknospen, in Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, 106. Bd. S. 73; *J. Schaffer*, Beiträge zur Histologie menschl. Organe. IV. Zunge, V. Mundhöhle, Schlundkopf, VI. Oesophagus, VII. Cardia. Ibid. S. 353; *A. Oppel*, Verdauungsapparat in Ergebnisse d. Anat. u. Entwickelungsgesch. herausg. v. *Merkel* u. *Bonnet* VII. Bd. 1897.

§ 218.

Von den tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle.

Die absondernden Drüsen der Mundhöhle zerfallen in grosse, welche als Speicheldrüsen bezeichnet werden und in kleine, welche man früher als Schleimdrüsen den Speicheldrüsen gegenüber stellte, die aber diese allgemeine Bezeichnung deshalb nicht verdienen, weil unter denselben auch solche sich finden, welche keinen Schleim absondern (Eiweissdrüsen der Zunge).

Alle tubulo-acinösen Drüsen bestehen aus einem ursprünglich vom Epithele der Mundhöhle aus sich entwickelnden Gangsysteme, dessen baumartig sich verästelnde, nirgends Netze bildende, blind endigende Röhren mit vielfachen, oft dicht aneinander gedrängten Biegungen und Windungen und zahlreichen rundlichen Ausbuchtungen versehen sind. Die kleinsten Einzeldrüschen haben einen Durchmesser von 1—5 mm. Man kann an ihnen einen Ausführungsgang mit wenigen Verzweigungen und das von spezifischen Zellen ausgekleidete terminale Gangsystem, die Drüsenbläschen *Koelliker*'s, oder die Alveolen (*Pflüger*, *R. Heidenhain* und die meisten neueren Autoren) unterscheiden. *Koelliker* schildert bereits in der mikroskopischen Anatomie die Endigung des Gangsystemes folgendermassen: „Was man Drüsenbläschen (*Acini*) genannt hat, sind nichts anderes als die Ausbuchtungen und Enden dieser Kanäle oder letzten Enden der Ausführungsgänge. Dieselben erscheinen oberflächlich und bei kleinen Vergrösserungen betrachtet alle gleichmässig rundlich oder birnförmig (vergl. Bd. I, Fig. 56 S. 91); eine genaue Analyse eines ganzen Läppchens und noch besser einer zerzupften und injizirten Drüse ergiebt jedoch, dass die Form derselben eine sehr wechselnde, rundliche birnförmige oder längliche ist. Es ist nicht möglich alle vorkommenden Gestalten ausführlich zu beschreiben und ich will daher nur bemerken, dass die Enden der Drüsenläppchen häufig im Kleinen das Bild der Samenbläschen und auch den Bau derselben wiederholen und zugleich auf beistehende zum Theil schematische Figur 870 verweisen." Trotz dieser so anschaulichen und völlig zutreffenden Beschreibung des terminalen Gangsystemes hat doch erst spät die allgemeine Ueberzeugung sich Bahn gebrochen, dass es keine rundlichen Endbläschen (*Acini*) giebt, welche wie die Beeren an den Stielen einer Traube sitzen, sondern nur verzweigte Schläuche mit vielen seitlichen abgerundeten Ausbuchtungen. Um der unrichtigen Vorstellung beerenförmiger *Acini* zu begegnen, hat *Flemming* vorgeschlagen, die secernirenden

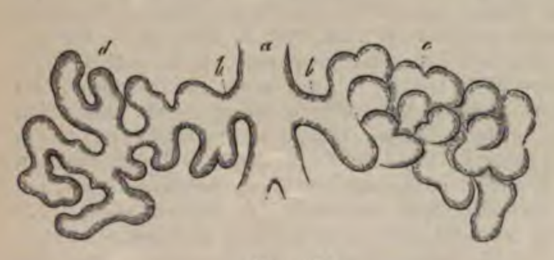


Fig. 870.

Fig. 870. Schema zweier Gänge eines Schleimdrüsenläppchens. *a* Ausführungsgang des Läppchens; *b* Nebenast; *c* die Drüsenbläschen an einem solchen in situ; *d* dieselben auseinandergelegt und der Gang entfaltet.

Gangsysteme der Schleim- und Speicheldrüsen als *Tubuli* zu bezeichnen, was jedoch, mit Rücksicht auf die nicht einfach röhrenförmige Gestalt der Gänge und die bereits allgemeine Einbürgerung des Ausdruckes *Alveolen* in der Drüsenlitteratur, bisher nicht durchzudringen vermochte.

Ein etwas schematisirtes, jedoch in den Grössenverhältnissen, den Umrissen und dem Verlaufe des Gangsystemes nach der Natur gezeichnetes Bild einer kleinen Schleimdrüse im Durchschnitte giebt Fig. 871. Während die kleinsten Drüsen rundliche Körperchen mit höckeriger Oberfläche darstellen, welche aus dicht gedrängten Alveolengängen bestehen, sind die nächst grösseren, gewissermassen aus mehreren solchen Einzeldrüschen von 0,5 bis 1 mm Durchmesser zusammengesetzt, die als Läppchen I. Ordnung bezeichnet werden können. Diese sind durch wenig Bindegewebe untereinander verbunden und platten sich an den Berührungsstellen vielfach gegen einander ab. Bei den Speicheldrüsen treten Gruppen von Läppchen I. Ordnung zu höheren Einheiten, Läppchen II. Ordnung und diese wieder zu grösseren, durch dickere Bindegewebshüllen verbundenen Abtheilungen zusammen, welche in wechselnder Zahl die ganze Drüse aufbauen. Die Bindesubstanz der tubulo-acinösen Drüsen verhält sich im Allgemeinen folgendermassen. Die Ausführungsgänge sind von einem lockeren fibrillären Bindegewebe, das auch elastische Fasern führt, umhüllt, welches mit den Gängen in das Innere der Drüse eindringt und auch die mit den Gängen verlaufenden Blut- und Lymphgefässe, sowie Nervenbündel enthält. Jedes Drüsenläppchen besitzt eine Art Hilus, durch welchen die genannten Theile eindringen. Die Oberfläche der Läppchen führt lockeres, zum Theil fetthaltiges Bindegewebe. Im Innern der primären Läppchen sind die Alveolen und Alveolengänge von einer höchstens 1 μ dicken *Membrana propria* umhüllt. Zwischen den *Membranae propriae* der einzelnen Alveolen finden sich nur spärliche, vielfach von Spalten durchsetzte, äusserst zarte Fibrillenzüge mit Bindegewebszellen, ferner Blutkapillaren, welche die Alveolen umspinnen und endlich auch die in und an den Alveolen ihr Ende findenden feinsten Nervengeflechte. Da und dort, besonders reichlich in der Ohrspeicheldrüse des Menschen, sind Fettzellen in dem interalveolären Bindegewebe zu finden.



Fig. 871.

Fig. 871. Schnitt durch eine Schleimdrüse vom Gaumen des Kaninchens etwas schematisirt durch theilweises Weglassen von Alveolen um die Verästelung der übrigen deutlicher zu machen. Vergr. 70. *a* Alveolengänge mit Schleimzellen; *e* Epithel der Schleimhaut; *m* Mündung des Ausführungsganges.

Die epitheliale Auskleidung der Drüsenalveolen besteht aus einem einschichtigen Belege von Drüsenzellen, welche am reinen Querschnitte eines Ganges ein kreisförmiges, bald mehr, bald weniger weites oder auch sehr enges, kaum sichtbares Lumen umschliessen. Manchmal kann allerdings der Anschein eines zweischichtigen Epithels dadurch entstehen, dass Zellen vom Lumen abgedrängt und von anderen überlagert erscheinen: [Randzellen oder *Lunulae* der Schleimdrüsen (vergl. Fig. 874 *r*)]. Doch sind auch in diesen Fällen alle Drüsenzellen mit der *Membrana propria* in Berührung; auch diejenigen, welche die Randzellen überlagern.

Die Drüsenzellen zeigen in ihrem Baue charakteristische Eigenthümlichkeiten, welche mit den von den Drüsen gebildeten verschiedenen Sekreten zusammenhängen. Man kann, wie *Donders* zuerst zeigte, in den Schleimdrüsen den Schleimstoff durch Essigsäure nachweisen und an den mit schleimigem Inhalte erfüllten Zellen die Trübung — im Gegensatze zu schleimfreien Drüsenzellen — des Zellleibes leicht erkennen. Gegenwärtig kennt man eine Reihe von Farbstoffen, welche den Nachweis des Schleimes in fixirten und gehärteten Präparaten ermöglichen. Unter diesen Farbstoffen sind besonders das von *Paul Mayer* (Mittheil. a. d. zool. Station zu Neapel. 12. Bd. 1896) dargestellte Mucikarmin und Muchämatein vortrefflich, abgesehen von dem viel verwendeten Hämatoxylin in Form der Hämatein-Thonerde und dem von *Hoyer* empfohlenen Thionin. Es muss jedoch betont werden, dass wohl kein Farbstoff als ganz specifisches Reagens auf Schleim betrachtet werden kann, wie insbesondere die Färbeversuche *R. Krause*'s (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 45) an der Unterkieferdrüse des Igels zeigen, an welcher eine Art von Zellen in Thionin sich färbte, obwohl die Drüse ein schleimfreies Sekret giebt. Viel schwieriger als Schleim sind andere specifische Zellbestandtheile, insbesondere Fermente nachzuweisen; ja in dieser Beziehung ist die gegenwärtige histologische Technik nicht im Stande, stets mit Bestimmtheit eine schleimfrei gewordene, sekretleere Schleimzelle von Drüsenzellen anderer Art zu unterscheiden. *R. Heidenhain* hat die Drüsen, welche ein schleimfreies Sekret absondern, als seröse, später (in *L. Hermann*'s Handb. d. Physiol. Bd. V. S. 14) als Eiweissdrüsen bezeichnet. Es ist vor allem die Ohrspeicheldrüse, welche zu dieser Gruppe von Drüsen gehört und deren absondernde Zellen auch histologisch niemals die Charaktere von Schleimzellen zeigen. Nebst der Parotis finden sich noch in der Umgebung der *Papillae vallatae* und *foliatae* der Zunge reine Eiweissdrüsen. Einen Theil der tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle kann man jedoch weder als reine Schleim- noch als reine Eiweissdrüsen in Anspruch nehmen, indem sie in einzelnen Abschnitten des secernirenden Gangsystems bald Schleimzellen, bald Eiweisszellen erkennen lassen. In einigen Drüsen vom Charakter der Schleimdrüsen, wie in der Unterzungendrüse finden sich in den blinden Enden der Alveolen Gruppen von Eiweisszellen, welche zuerst von *Gianuzzi* als Halbmonde oder *Lunulae* in der Unterkieferdrüse des Hundes beschrieben, später zu vielen Erörterungen über die Frage Anlass gaben, ob es sich um Entwickelungs- bezw. Rückbildungsstadien von Schleimzellen oder um specifische Eiweisszellen handle. Obwohl diese Frage noch heute nicht als völlig abgeschlossen gilt, so halte ich doch für sicher, dass die Halbmonde oder Randzellengruppen in der Unterzungendrüse und in gewissen Schleimdrüsen des Menschen in der That keine Schleimzellen sind.

Während bezüglich dieser Drüsen bis in die neueste Zeit Zweifel aufgeworfen wurden, ob sie als gemischte Drüsen oder als reine Schleimdrüsen aufzufassen seien, indem insbesondere *Ph. Stöhr* die Halbmonde oder Randzellen als entleerte Schleimzellen deutete, konnte bezüglich der Unterkieferdrüse des Menschen kein Zweifel bestehen, dass sie eine gemischte Drüse ist. In der Unterkieferdrüse herrschen die Alveolen mit serösen Drüsenzellen vor, während die Schleimzellen führenden Alveolen stets nur eine Minderzahl bilden. Der Unterkieferdrüse sind in dieser Beziehung auch die sogenannten Schleimdrüsen des Respirationstraktes ähnlich, welche sich zwar in der Mundhöhle nicht, wohl aber an der hinteren Fläche des weichen Gaumens und im Nasentheil des Schlundkopfes finden. Diese verschiedenen Befunde zusammenfassend kann man die tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle in folgender Weise eintheilen.

1. Reine Schleimdrüsen, welche in der Regel keine Randzellen oder Halbmonde erkennen lassen: Schleimdrüsen der Zungenwurzel, des harten und der vorderen Fläche des weichen Gaumens.
2. Gemischte Schleimdrüsen mit Halbmonden: Lippendrüsen, Backendrüsen, Drüsen der Zungenspitze (*Nuhn*'sche Drüse), Unterzungendrüse (*Gl. sublingualis*).
3. Gemischte Eiweissdrüsen, in welchen die Schleimzellen enthaltenden Alveolen die Minderzahl bilden: Unterkieferdrüse (*Gl. submaxillaris*).
4. Reine Eiweissdrüsen: Drüsen der Zunge in der Umgebung der *Papillae vallatae* und *foliatae*, Ohrspeicheldrüse (*Gl. Parotis*).

§ 219.

Von den Schleimzellen und den Eiweisszellen.

Frisch untersucht erscheinen die Schleimzellen im Ganzen viel weniger stark lichtbrechend, als die Eiweisszellen. An dem Durchschnitte eines Alveolenganges, der ohne Zusatzflüssigkeit unter das Mikroskop gebracht wird (Fig. 872 *B*), sind die Zellen durch glänzende, bei starker Vergrösserung doppelt contourirt erscheinende Scheidewände von einander deutlich gesondert. Der Zellkörper selbst lässt eine Zusammensetzung aus dicht gedrängten, kugeligen, im Vergleiche zu den Eiweissdrüsenzellen schwach lichtbrechenden Körnchen und eine spärliche, noch schwächer lichtbrechende Grundmasse, in deren Maschen die Körnchen liegen, erkennen. Dieser Bau der Schleimzellen ist von *Solger* in jüngster Zeit mit grösserer Sicherheit, als dies früher an den verhältnissmässig dicken Schnitten ganz frischer, lebenswarmer Drüsen erkannt wurde, an Gefrierschnitten ebenfalls festgestellt worden. Je nachdem man sein Augenmerk mehr auf die Körnchen oder auf die Grundmasse lenkt, kann man der Zelle einen granulären oder spongiösen Bau zuschreiben. Ob die spongiöse Grundmasse noch eine weitere Zusammensetzung aus Fäden etc. besitzt,





Fig. 872.

Fig. 872. *A* Von einer Eiweissdrüse, *B* von einer Schleimdrüse der Zunge der Ratte. Frisch ohne Zusatzflüssigkeit. Vergr. 440.

lässt sich am frischen Objekte nicht erkennen. An Schnitten lebenswarmer Drüsen entziehen sich auch die Zellkerne der Beobachtung.

Die Form der Zellen ist, ihrer Anordnung in Röhren mit deutlicher Lichtung entsprechend, im Allgemeinen eine abgestutzt kegelförmige oder pyramidale mit nach der *Membrana propria* gewendeter Basis. Ihre Grösse schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen; die Höhe beträgt etwa 15—30 μ, die Breite 10—20 μ.

Behandelt man Schleimdrüsen mit Macerationsmitteln, z. B. mit verdünntem Ammoniummonochromat, 1/3 Alkohol u. s. w., so gelingt es ohne Schwierigkeit, Schleimzellen zu isoliren (Fig. 873). Sie erscheinen dann im Allgemeinen grösser, gequollen; ihr Inhalt zeigt die eigenthümlichen Körnchen des frischen Objektes nicht mehr, dagegen tritt jetzt ein Netzwerk von ziemlich stark lichtbrechenden Bälkchen mit knotigen Verdickungen hervor, welches weite Maschenräume umschliesst, die von einer schwach lichtbrechenden, fast homogenen oder blasskörnigen Substanz erfüllt sind: ein Bild, das von jenem der frischen Zelle wesentlich verschieden ist und jedenfalls als solches im Leben nicht existirt. Das knotige Netzwerk nimmt die schleimfärbenden Stoffe besonders begierig auf; es färbt sich aber auch in der Regel, wenn auch viel blasser, die Substanz, welche die Maschen erfüllt. An der Oberfläche der Zelle sieht man entweder am ganzen Umfange oder an einem grösseren oder geringeren Theile desselben eine hautartige Lage, welche in ihrem Lichtbrechungsvermögen und färberischem Verhalten mit den Netzbalken im Innern der Zelle übereinstimmt, mit diesen an vielen Stellen zusammenhängt und sich wie die Theca der durch Reagentien veränderten Becherzellen (siehe Darm) verhält. Diese hautartige Lage fehlt in der Regel an der inneren, dem Lumen der Alveolen zugewendeten Seite der Zellen. Die Form der isolirten Zellen ist sehr mannigfaltig, an vielen, doch bei weitem nicht an allen, sieht man von der Basis einen kürzeren oder längeren, stark glänzenden Fortsatz abgehen, welcher der *Membrana propria* anlag. Der Kern ist stets nahe der Basis der Zelle, bezw. an der Abgangsstelle des Fortsatzes gelegen, er erscheint meistens wie geschrumpft, oft zackig, etwas abgeplattet und lässt ein dichtes Kerngerüst erkennen, während ein Kernkörperchen nur unter besonderen Umständen (z. B. Isolation mit 10% Natriumchlorid) sichtbar wird. In der unmittelbaren Umgebung des Kernes findet sich stets eine dichtere, weniger deutliche Netzstruktur zeigende Zellsubstanz, welche sich auch in die Fortsätze verfolgen und bei Färbeversuchen keine Schleimreaktion erkennen lässt. Betrachtet man Gruppen von Schleimzellen, welche zwar bereits isolirt sind, aber noch nahezu in ihrer natürlichen gegenseitigen Lage sich befinden, so fällt auf,

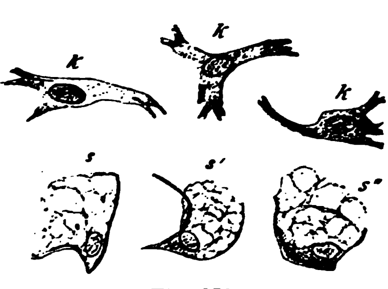


Fig. 873.

Fig. 873. Mit Ammoniumchromat isolirte Zellen von einer Schleimdrüse der Zunge der Ratte. Vergr. 440. *k* Korbzellen der *Membrana propria*; *s*, *s''* Schleimzellen; *s'* mit Fortsatz in der Kerngegend und anhängendem Membranstücke.

dass zwischen zwei Nachbarzellen noch ein Streifen einer blasser erscheinenden Substanz sich hindurchzieht, der mit den hautartigen Oberflächenschichten der Zellen nicht mehr zusammenhängt. Es geht daraus hervor, dass die glänzenden Doppelcontouren, welche an einem frischen Präparate zwischen den Zellkörpern liegen, nicht einer einfachen Kittsubstanz entsprechen, sondern aus je zwei Zellhüllen und einer dazwischen liegenden Schicht bestehen, welche der sogenannten Mittellamelle der pflanzlichen Cellulosemembranen oder der Grundsubstanz zwischen den Kapseln eines Hyalinknorpels zu vergleichen wäre. Doch ist diese Mittellamelle der Schleimzellen sicher eine sehr weiche Substanz. Vielleicht wird durch diese Intercellularsubstanz eine Reihe von schwer zu deutenden Bildern erklärt, welche an isolirten Zellen in Form von matt glänzenden, den Zellen anhaftenden Fasern oft bis an die freie Oberfläche derselben verfolgt werden können. Intercelluläre Fasern und Membranen wurden von *Boll* und mir als mit der *Membrana propria* in Zusammenhang befindliche interalveolare Netze beschrieben. Ich bin nun geneigt, sie als abgespaltene Theile dieser wie eine Mittellamelle zwischen den Zellen gelegenen Substanz zu betrachten.

So bestimmt und eindeutig der Charakter einer schleimhaltigen Drüsenzelle sich bei geeigneter Untersuchung darstellt, so schwierig, ja häufig unmöglich wird die Entscheidung, ob eine Drüsenzelle, welche ihr schleimiges Sekret entleert, bezw. noch nicht ausgebildet hat, oder ob eine Zelle vorliegt, die überhaupt keinen Schleim, sondern ein schleimfreies Sekret liefert und mithin unter die Eiweisszellen zu stellen ist. Durch die bahnbrechenden Untersuchungen *R. Heidenhain*'s wurden zuerst die wesentlich verschiedenen histologischen Bilder bekannt, welche die hauptsächlich schleimbildende Unterkieferdrüse des Hundes an Schnitten in Alkohol erhärteter und mit neutralem Karmin gefärbter Präparate zeigt, je nachdem die Drüse im Zustande der Ruhe oder nach länger dauernder Sekretion, welche durch Reizung der Drüsennerven hervorgerufen wurde, untersucht wird. Während die ungereizte Drüse, grosse, helle, von Schleim erfüllte, in Karmin nicht färbbare Zellen, deren Kerne gegen die *Membrana propria* gepresst und abgeplattet sind, erkennen lässt, werden in der gereizten Drüse die Zellen kleiner, ihre Kerne rundlich und grösser und rücken gegen die Mitte der Zelle. Bei mehrstündiger, intermittirender Reizung werden die Zellen schliesslich sehr klein, ihres schleimigen Inhaltes völlig verlustig, körnig und in Karmin in toto färbbar. Wie später *F. Hermann* (Anat. Anz. III) nachwies, zeigen sich die Kerne der sekretleeren Schleimzellen an fixirten Präparaten kugelig, mit zartem Chromatinnetz und 1—2 Kernkörperchen, während die sekreterfüllten Zellen Kerne mit schlecht erhaltenem Chromatinnetz und derben, z. Th. unter einander zusammenhängenden Chromatinbrocken, wie sie ähnlich in „chromatolytischen Kernen" vorkommen — aufweisen.

Angesichts der eingreifenden morphologischen Veränderung, welche die Zellen bei der Sekretion bis zur Erschöpfung erleiden, wurde *R. Heidenhain* zu dem Schlusse verleitet, die ursprünglichen Zellen seien durch die Sekretion ganz verschwunden und durch neugebildete ersetzt worden. Als Quelle der Neubildung sah *R. Heidenhain* Zellenkomplexe an, welche, wie bereits erwähnt wurde, von *Gianuzzi* zuerst in der Unterkieferdrüse des Hundes als Halbmonde (*Lunulae*) beschrieben wurden und welche in den ruhenden Drüsen als kugelschalenförmige Gruppen schleimfreier, dunkelkörniger, an Alkoholpräparaten

in Karmin färbbarer Zellen anscheinend von Schleimzellen bedeckt, der *Membrana propria* aufruhen (vergl. Fig. 874 *r*). Diesen Halbmond- oder Randzellen sind die Zellen der lange gereizten Drüse so ähnlich, dass ein genetischer Zusammenhang der Schleim- und Randzellen sehr nahe liegend schien. Aus den Halbmondzellen sollten die zu Grunde gegangenen Schleimzellen durch Wucherung wieder ersetzt werden. Diese ursprüngliche Ansicht *Heidenhain*'s über die Bedeutung der Halbmonde ist heute nicht mehr haltbar, weil insbesondere durch *Bizzozero* und *Vassale* (in *Virchow*'s Arch. Bd. CX) nachgewiesen wurde, dass eine irgend erhebliche Anzahl von mitotischen Zelltheilungen, wie sie die Annahme von *Heidenhain* voraussetzt, in gereizten Drüsen sich nicht findet. Unbestritten und allseitig bestätigt ist aber der Befund, dass die Schleimzellen in Folge anhaltender Sekretion ihren schleimigen Inhalt völlig verlieren und dadurch Drüsenzellen ähnlich werden, welche ein eiweisshaltiges Sekret liefern und deshalb Eiweisszellen genannt werden. Der Beweis, dass eine Drüsenzelle einer tubulo-acinösen Drüse eine Eiweisszelle und nicht eine entleerte Schleimzelle sei, lässt sich nur für jene Drüsen sicher führen, in welchen niemals Schleimzellen gefunden werden. Für die Zellen der Halbmonde liegt aber die Frage sehr verwickelt und es kann auf dieselbe erst eingegangen werden, wenn zunächst die Charaktere der Eiweisszellen besprochen sind. Als eine typische Eiweissdrüse ist die Ohrspeicheldrüse, deren Sekret nachweislich schleimfrei ist, vor Allem geeignet, um die histologischen Charaktere der Eiweisszellen kennen zu lernen. Allerdings kommt, wie *R. Heidenhain* fand, beim Hunde es manchmal vor, dass das Sekret der Ohrspeicheldrüse auch Schleim enthält. In solchen Fällen lässt sich aber nachweisen, dass Schleimzellen führende Drüsenläppchen in den Ausführungsgang der Drüse münden, wie schon *Claude Bernard* bemerkte. Solche Ausnahmen, welche auch beim Menschen vorkommen, ändern nichts an der Thatsache, dass die Hauptmasse der Ohrspeicheldrüse unter keinen Umständen Schleimzellen zeigt.



Fig. 874.

An frischen, dünnen Drüsenläppchen von der Ohrspeicheldrüse des Kaninchens oder der Ratte sieht man die Grenzen der Drüsenzellen in den Alveolen als feine, helle Linien, doch viel weniger deutlich, als in den Alveolen einer Schleimdrüse. Die Eiweisszellen der Ohrspeicheldrüse erscheinen von zahlreichen,

Fig. 874. Unterkieferdrüse vom Hunde. Alkohol, Hämatox., Karmin. Vergr. 400. *a* Alveolen mit Schleimzellen; *m* *Membrana propria*; *r* Randzellen (Halbmond); *s* Schaltstück; *sp* Speichelrohr.

kleinen, stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt, welche in eine schwächer lichtbrechende Grundmasse eingelagert sind. Im Ganzen erscheinen die lebenden Zellen viel dunkler als Schleimzellen wegen der grossen Zahl stark lichtbrechender Körnchen, die von *Koelliker* zuerst beobachtet und wegen ihres starken Glanzes für Fettkörnchen gehalten wurden (Mikrosk. Anat.). Zerquetscht man ein isolirtes, lebenswarmes Läppchen der Parotis mit einer flachen Messerklinge und legt, ohne eine Flüssigkeit zuzusetzen, sofort das Deckglas auf, so werden bei starker Vergrösserung zahllose, 0,1—1 μ grosse runde Körnchen von fettartigem Glanze gesehen, welche in fliessender Bewegung sind und zugleich Molekularbewegung zeigen. Macht man denselben Versuch mit einer Schleimdrüse, so erhält man keine Flüssigkeit, sondern eine zähe Masse, welche innerhalb und ausserhalb der Alveolen fädige und streifige Gerinnsel bildet, in welchen Körnchen nicht mit Sicherheit zu unterscheiden sind.

An der vom Nerven aus oder durch Pilocarpin gereizten, lebenden Ohrspeicheldrüse des Kaninchens sah *Langley* (Journ. of Physiol. Vol. II) die Körnchen gegen das Lumen der Alveolen sich dichter anhäufen, während die der *Membrana propria* zugewendete Aussenzone der Zellen allmählich von Körnchen frei wurde und ein helles, mehr gleichmässig homogenes Ansehen gewann. Bei langer Reizung können die Körnchen fast verschwinden bis auf eine schmale Innenzone, welche noch deutlich granulirt erscheint. Ausserdem werden die Zellen, wie schon *R. Heidenhain* beobachtete, bei länger dauernder Sekretion kleiner.

Analoge Bilder, wie von der Ohrspeicheldrüse, kann man auch an den kleinen Eiweissdrüsen aus der Umgebung der Geschmackspapillen der Zunge beobachten. Auch hier erscheinen die frisch, ohne Zusatzflüssigkeit untersuchten Zellen stets und zwar im Vergleiche zur Parotis von besonders dunklen, bezw. stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt. Wie bei der Parotis sind die Körnchen unter Umständen nur auf die Innenzone beschränkt; ein Verhalten, das zuerst von *Flemming* an in Osmium fixirten Eiweissdrüsen von der Zunge des Menschen und dann von *Schacht* (Dissert. Kiel 1896) bei Thieren beschrieben wurde. Fig. 871 *A* stellt ein solches Verhalten von einer frischen Drüse der Ratte dar. An anderen zweifellosen Eiweissdrüsen, wie z. B. an der Unterkieferdrüse des Kaninchens, ist die granulirte Beschaffenheit der frischen Drüsenzellen ebenfalls leicht festzustellen. Gegenüber diesen positiven Befunden an lebenden und möglichst frisch untersuchten Objekten können Beobachtungen an Eiweissdrüsen, welche mit Fixirungsflüssigkeiten behandelt, in Schnitte zerlegt und gefärbt sind, nicht für die Frage in Betracht kommen, ob die Granula in den Eiweissdrüsen in den lebenden Zellen vorhanden sind oder nicht. Die lebende, ruhende Eiweisszelle hat zweifellos eine granulirte Beschaffenheit; die Körnchen sind jedoch sehr leicht veränderliche Gebilde, welche in Wasser und vielen Reagentien quellen oder selbst aufgelöst werden, wodurch an fixirten Objekten, in welchen die Granula undeutlich geworden sind, ein schwammiger oder netzartiger Bau des Zellleibes mit Vakuolen entstehen kann. Ein und dasselbe Fixirungsmittel kann je nach dem Zustande, in welchem die Drüsenzellen von demselben betroffen werden, bald einen granulirten, bald einen netzartigen Bau der Zellen hervorrufen. So ist in Fig. 875 *A* eine mit Sublimat-Pikrinsäure fixirte Parotis des Menschen dargestellt, deren Zellen anscheinend eine

Netzstruktur zeigen; daneben in *B* ein Alveolenquerschnitt einer anderen, ebenso fixirten Parotis, deren Zellen deutlich granulirt sind. Nicht selten sieht man, wegen ungleicher Wirkung des Reagens, an ein und demselben in Sublimat fixirten Drüsenstücke die Zellen der oberflächlichen Alveolen von granulirter, die in der Mitte gelegenen aber von retikulirter Beschaffenheit. Wenn eine fixirte Eiweissdrüse eine Granulastruktur zeigt, so lässt sich ferner noch nicht mit Sicherheit schliessen, dass die Granula mit jenen der lebenden Zellen identisch sind. Es ist wohl äusserst schwierig, direkt festzustellen, ob die Eiweiss fällenden Fixirungsmittel, vor Allem Sublimat, die bestehenden Körnchen erhalten oder Niederschläge erzeugen, welche den Körnchen der lebenden Zelle ähnlich sind, während die letzteren vielleicht zerstört wurden. Nach Erik Müller (Arch. f. Anat. u. Phys., anat. Abth. 1896) sollen die präexistirenden Körnchen der Ohrspeicheldrüse durch Sublimat theils fixirt, theils gelöst werden, ohne dass gleichzeitig Körnchen ausgefällt werden. Die in Sublimat löslichen Körnchen sollen die unmittelbaren Vorstadien von Sekrettröpfchen (Sekretvakuolen) darstellen, in welche beim normalen Sekretionsvorgange die Körnchen sich umwandeln. Es würden demgemäss die in Fig. 15 *A* und *B* dargestellten Bilder verschiedenen Sekretionsstadien der Ohrspeicheldrüse entsprechen.

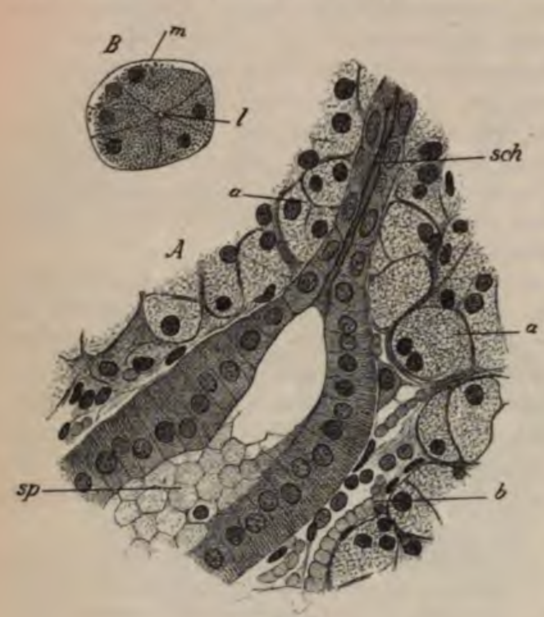


Fig. 875.

Die Kerne der Eiweisszellen, am ganz frischen Objekte ebenso wenig deutlich, wie jene der Schleimzellen, erscheinen nach der Isolirung durch Zertrümmern der frischen Zellen doppelt contourirt, von rundlicher, nicht abgeplatteter Form, mit deutlichem Kernkörperchen und mit zartem Chromatinnetze. Aehnliche Bilder erhält man nach Behandlung mit Säuren und an fixirten und gefärbten Objekten.

Wegen des fast stets sehr engen Lumens der Alveolen haben die typischen Eiweisszellen eine pyramidenförmige Gestalt mit nach der *Membrana propria* gewendeter Basis oder sie stellen Polyeder dar, welche eine gegen das Lumen gewendete stumpfe Kante besitzen, deren Längsrichtung mit jener des Alveolenganges zusammenfällt. Sie sind in ruhenden Drüsen ungefähr ebenso hoch als

Fig. 875. *A Parotis* bei einer Operation am Lebenden exstirpirt. Pikrinsublimat. Vergr. 500. *a* Alveolen; *b* Blutgefäss mit Blutkörperchen; *sch* Schaltstück; *sp* Speichelrohr. *B* Querschnitt einer Alveole der *Parotis* fünf Stunden nach dem Tode ebenso fixirt. *l* Lichtung; *m Membrana propria*.

breit, etwa 15—20 μ in den grössten Durchmessern. Isolirt man die Zellen mit ähnlichen Mitteln wie die Schleimzellen, so kann man an denselben keine Theca und keine basalen Fortsätze auffinden; die Zellen zeigen aber sehr mannigfaltige Formen und insbesondere an den blinden Enden und im Bereiche der Biegungen der Schläuche häufig konkave Eindrücke, welche von den Nachbarzellen herrühren, wie aus Fig. 876 ersichtlich ist. Im Einzelnen zeigen die Eiweisszellen verschiedener Drüsen merkliche Verschiedenheiten, insbesondere bezüglich der in ihnen enthaltenen Körnchen. Am stärksten lichtbrechend sind dieselben in den Eiweissdrüsen der Zunge, etwas weniger in der Ohrspeicheldrüse, wie schon aus dem makroskopischen Ansehen der frischen Läppchen im auffallenden Lichte hervorgeht. Die Läppchen der Eiweissdrüsen der Zunge erscheinen fast kreideweiss; die Läppchen der Parotis bei gleicher Dicke merklich mehr durchscheinend.

Fig. 876.

An Schnitten fixirter und erhärteter Drüsen unterscheiden sich die Eiweisszellen durch ihr mehr trübes Aussehen von den fast glasartig hell erscheinenden sekreterfüllten Schleimzellen. Sie färben sich im Gegensatze zu den Schleimzellen, ausser in neutralen Karminlösungen, in sogenannten sauren Anilinfarben (Eosin u. s. w.). Distinkte Granulafärbungen erhält man nach *Altmann*'s Verfahren, ferner mit *M. Heidenhain*'s Hämatoxylin-Eisenlackfärbung und mit Rubinlösung (*E. Müller* l. c.).

Wie *K. W. Zimmermann* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 52. Bd.) nachweist, lassen sich in den Zellen vieler Epithelien und Drüsen, insbesondere auch in den serösen Drüsen der Zunge, in den Schleimzellen und Speichelröhren Centralkörperchen (*Centrosomen*) nachweisen, welche stets ihre Lage zwischen dem Kerne und der freien Oberfläche der Zelle haben, von ersterem weit entfernt.

Nach *Kolossow* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 52) sollen die Drüsenzellen der Schleim- und Speicheldrüsen, wie überhaupt alle Epithel- und Drüsenzellen, durch Intercellularbrücken verbunden sein; eine Auffassung, der ich jedoch nicht beipflichten kann. *Kolossow* macht die Intercellularbrücken durch eine Methode sichtbar, von der er selbst sagt, dass er mit derselben eine regelmässige Schrumpfung der Zellen hervorrufe; legt sich aber nicht die nahe liegende Frage vor, ob die Intercellularbrücken nicht durch diese Schrumpfung vorgetäuscht werden. Diese Frage erscheint um so berechtigter, als *Kolossow* nicht nur zwischen Drüsenzellen, sondern auch zwischen den Leberzellen und den Blutkapillaren Intercellularbrücken findet.

Wie *Koelliker* schon in seiner mikroskopischen Anatomie betonte, sind die Sekrete der Schleim- und Speicheldrüsen normal ohne geformte Bestandtheile. Die in grösserer oder geringerer Zahl namentlich im gemischten Mundspeichel sich findenden Speichel- oder Schleimkörperchen sind Leukocyten, welche das Epithel durchwandert haben, was an gewissen Orten, namentlich im Bereiche der Zungen- und Gaumenmandeln in sehr ausgedehntem Maasse stattfindet. Die eigentliche Sekretion geht aber sowohl bei den Schleim- als den Eiweissdrüsen, ohne dass Zellen als solche in Sekret sich umwandeln, vor sich und begründet *Koelliker* (Mikr. Anat.) diese Ansicht besonders für die Schleimdrüsen damit, dass die Absonderung ein klarer Schleim mit nur zufällig beigemengten Körnchen, Kernen und Zellenresten ist.

Die gegentheiligen Angaben von *R. Heidenhain* bezüglich der Schleimzellen sind durch die neueren Untersuchungen nicht bestätigt worden. Was nun den Vorgang

Fig. 876. Mit Ammoniumchromat isolirte Drüsenzellen der *Parotis* der Ratte. Vergr. 440. *a* Flächenansichten, die übrigen Profilansichten; *b* vom Beginne eines Schaltstückes.

der Sekretion anbelangt, so ist wohl nach den Beobachtungen an lebenden Drüsen wie sie zuerst *Kühne* und *Lea* am *Pankreas*, *Langley* an der *Parotis* des Kaninchens vornahmen, nicht daran zu zweifeln, dass die Drüsenkörnchen, auf deren Existenz *Koelliker* (in Mikr. Anat.) zuerst hinwies, bei der Sekretion verbraucht, bezw. in Sekret umgewandelt werden. Die neueren Untersuchungsmethoden beruhen grösstentheils auf dem Studium der Körnchen an fixirten und gefärbten Präparaten nach Art der Granulafärbung *Altmann's*. Diese Methoden haben aber gegenüber den Beobachtungen am lebenden Objekte den grossen Uebelstand, dass, wie *Alf. Fischer* (Anat. Anz. IX u. X) auseinandersetzte, die eiweissfällenden Fixirungsmittel gelöste Stoffe, namentlich Pepton und Albumose in Form von runden Körnchen abscheiden können. Es ist daher nothwendig, diese mögliche Quelle der Täuschung auszuschliessen, was von *E. Müller* wenigstens bezüglich der Sublimatfixirung bei den Eiweiss-Speicheldrüsen geschehen ist. Die Erfahrungen an fixirten Präparaten stimmen mit den an lebenden Objekten gewonnenen darin überein, dass die Körnchen *(Granula)* zur Sekretbildung dienen. Die Körnchen wandeln sich in Sekret um; es entsteht an Stelle des *Granulum's* nach *E. Müller* eine flüssige Masse, eine Sekretvakuole, welche in die Sekretgänge entleert wird. Anders fasste *Ranvier* den Prozess auf, er sieht an der thätigen Drüsenzelle Vakuolen auftreten, welche er als Wasserausscheidung — bestimmt die in der Zelle gebildeten Sekretstoffe zu lösen — betrachtet. Die Bildung specifischer Sekrete durch Umwandlung von Körnchen und die Neubildung der letzteren im Plasmakörper der Zelle ist wohl ein allgemein verbreiteter Vorgang. Die Körnchen in den Zellen jener Drüsen, welche bestimmte Fermente absondern, pflegt man daher wohl auch als Fermentkörnchen zu bezeichnen, obwohl die Körnchen nur eine Vorstufe des Fermentes enthalten, welches erst in dem fertigen Sekrete nachgewiesen werden kann (siehe *Pankreas*). Es ist ferner der Beweis nicht geführt, dass das ganze Sekret aus den Körnchen und nicht zum Theile aus dem körnchenfreien Plasma stammt. Am meisten kontrovers ist die Frage, ob die schleimigen Sekrete aus Körnchen hervorgehen, da sowohl in den Schleimzellen, als in den ihnen so nahe verwandten Becherzellen (s. Darm § 245) die Körnchen, namentlich an fixirten Präparaten, schwer nachzuweisen sind. Doch möchte ich in dieser Beziehung schon hier auf ein Objekt, das mein früherer Assistent *Dr. Merk* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, Bd. XCIII, 1886) eingehend studirte, nämlich auf die Becherzellen in der Oberhaut der Forellenembryonen hinweisen, an welchen man am lebenden Thiere das Zerfliessen von Körnchen in schleimiges Sekret beobachten kann.

§ 220.

Von den Ausführungsgängen, den Speichelröhren, den Schaltstücken, der *Membrana propria* und den Korbzellen.

Die Ausführungsgänge der grossen Drüsen zeigen, abgesehen von der Mündung an der Schleimhautoberfläche, wo geschichtetes Pflasterepithel sich findet, ein 20—50 μ hohes Cylinderepithel. *Klein* (in Quart. Journ. of microsc. Sc. XXII N. S.) und *Steiner* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 40) haben dasselbe als zweischichtig beschrieben, die Mehrzahl der Autoren bezeichnet es jedoch als einfach. In Wahrheit ist dasselbe im Sinne einer von *Schiefferdecker* eingeführten Bezeichnungsweise der Epithelien zweireihig. Die Zellen sitzen nämlich sämmtlich auf der Basalmembran auf, wie *Chievitz* (in Arch. f. Anat. u. Phys. 1885. Anat. Abth.) für den *Ductus parotideus* angiebt; es erreichen jedoch nicht alle Zellen die Lichtung des Ganges. Ein Theil derselben schiebt sich mit ihrem peripheren Ende zwischen die mit verdünnten Stielen auf der Bindegewebsunterlage aufsitzenden, die Lichtung des Ganges begrenzenden Cylinderzellen, deren Kerne höher liegen als jene der kleinen Ersatzzellen, welche die Oberfläche nicht erreichen (Fig. 877). Von dem wahren Sachverhalte geben

Schnitte indessen nur unvollkommene Bilder, welche leicht zu dem täuschenden Eindrucke führen, als ob in der That die Cylinderzellen auf den tiefen Zellen aufsässen, während Isolationspräparate sicher ergeben, dass alle Zellen bis zur

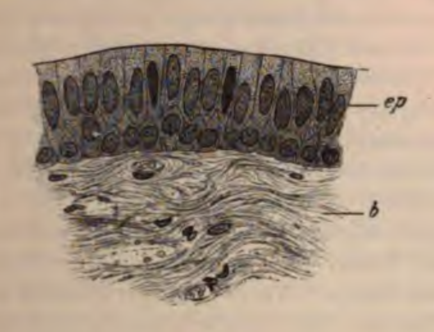


Fig. 877.



Fig. 878.

Basalmembran reichen. Die interlobulären Verzweigungen sind in ihren gröberen Verästelungen noch von demselben Baue, werden aber dann unter Abflachung des Epithels einreihig. Die Gänge aber, welche die secernirenden Alveolen mit den interlobulären Ausführungsgängen verbinden, zeigen nicht überall dasselbe Verhalten. Während in den kleinen Schleimdrüsen und in der Unterzungendrüse die kleinen Ausführungsgänge mit niedrig gewordenen Epithelzellen von wesentlich demselben Charakter, wie sie in den grösseren Gängen vorkommen, sich in die Alveolengänge fortsetzen, nachdem da und dort bereits einzeln oder gruppenweise Schleimzellen sich eingeschoben hatten (Fig. 878), finden sich in der Ohrspeicheldrüse, in der Unterkieferdrüse und den — nur bei Thieren vorkommenden — Retrolingual- und Orbitaldrüsen, zwischen die eigentlichen Ausführungsgänge und die terminalen Alveolensysteme eigenthümliche, verästelte, rein tubulöse Gänge eingeschoben, welche durch besondere, in ihrer Struktur der Auskleidung der gewundenen Harnkanälchen theilweise ähnliche Epithelzellen (Fig. 879 *B*) ausgezeichnet sind. Diese Gänge — wohl zuerst von *Johannes*

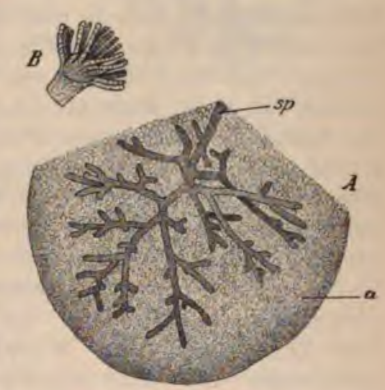


Fig. 879.

Fig. 877. Vom *Ductus submaxillaris* senkrechter Durchschnitt. Vergr. 500. *b* Bindegewebige Wand mit elastischen Fasern und Blutgefässen; *ep* Zweireihiges Cylinderepithel.

Fig. 878. Querschnitt eines terminalen Ausführungsganges der Unterzungendrüse. Vergr. 500. Links typische Epithelzellen der kleinen Gänge, am übrigen Umfang des Rohres Schleimzellen.

Fig. 879. *A* Läppchen I. Ordnung von der *Parotis* der Ratte nach zwei Tage langem Liegen in 5% Ammoniumchromat. Vergr. 35. *a* Alveolen; *sp* Speichelrohr mit seiner Verästelung. *B* Zelle eines Speichelrohres aus demselben Präparat isolirt. Vergr. 600.

Müller in der Ohrspeicheldrüse des Hamsters gesehen, aber für die terminalen Drüsengänge gehalten — wurden von *Pflüger* zuerst genauer beschrieben und Speichelröhren genannt. Sie finden sich vorzüglich in den Läppchen erster Ordnung; nur ein verhältnissmässig geringer Antheil der Speichelröhren verläuft im interlobulären Bindegewebe, wo vorwiegend Ausführungsgänge im engeren Sinne des Wortes, welche im Innern der kleinsten Läppchen überall durch Speichelröhren ersetzt sind, vorkommen. Die Speichelröhren fallen in der Parotis kleiner Thiere schon bei sehr geringer Vergrösserung auf, wenn man ein Stück der Drüse durch 24 Stunden in 5%igem Ammoniumchromat liegen lässt (Fig. 879 *A*). Sie treten dann als im durchfallenden Lichte dunkle, meist spitzwinkelig verzweigte, ziemlich gerade verlaufende Röhren hervor, die anscheinend mit abgerundeten Enden aufhören. In der ganz frischen Drüse sind sie bei schwacher Vergrösserung nicht zu bemerken, weil die tief dunklen Körnchen der Drüsenzellen die Speichelröhren nicht erkennen lassen. Wie in den Alveolen ist auch in den Speichelröhren das Epithel einschichtig. Die 7—16 μ hohen Zellen besitzen eine in den kleinsten Gängen fast kubische, in den grösseren cylindrische Grundform und zeigen, wie *Pflüger* entdeckte, die Eigenthümlichkeit, dass ihr der *Membrana propria* zugewendetes Ende pinselartig aufgefasert erscheint. Besonders leicht mit Hilfe des von *R. Heidenhain* empfohlenen 5%igen Ammoniumchromats lassen sich die etwas gequollenen Zellen isoliren und zeigen dann, dass die an Schnitten als basale Streifung erscheinende Zeichnung (Fig. 874 u. 875) von 0,5 μ dicken, isolirbaren Stäbchen der Epithelzellen herrührt, welche in der Regel etwas über der Mitte der Zelle in einer Region ihren Ursprung nehmen, in welcher der Kern der Zelle gelegen ist (Fig. 879 *B*). Der, der Lichtung des Rohres zugewendete Theil der Zelle zeigt ein feinkörniges, oft fast homogenes Ansehen und schliesst am freien Ende mit einem glänzenden, fast an eine Cuticula erinnernden Saume ab. An dünnen Schnitten fixirter Präparate, welche entsprechend gefärbt sind (*Altmann*'s Granulafärbung etc.), kann man in den Stäbchen Reihen von rundlichen oder auch länglichen Körnchen erkennen, an welche gegen den centralen Theil der Zellen sich mehr regellos vertheilte Körnchen anschliessen. *Merkel* (in „Die Speichelröhren", Leipzig 1883) fand, dass das Epithel in den Speichelröhren der Unterkieferdrüse des Hundes die Eigenschaft besitzt, sich in Pyrogallol stark zu bräunen. Er schloss daraus auf einen grossen Kalkgehalt dieser Zellen, was jedoch *Werther* (in Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 38) nicht gelten lässt. Wie schon *Pflüger* hervorhob, sind die Zellen der Speichelröhren secernirende Elemente und es müssen somit alle Drüsen, in welchen Speichelröhren vorkommen, als Drüsen mit zweierlei secernirenden Epithelzellen angesehen werden. Veränderungen des mikroskopischen Bildes der Zellen der Speichelröhren, je nachdem die Drüse längere Zeit gereizt oder in Ruhe ist, haben in neuerer Zeit *Mislawsky* und *Smirnow*, ferner *R. Krause* (in Arch. f. mikr. Anat. 49) beschrieben und letzterem ist es auch gelungen, eine Ausscheidung von indigschwefelsaurem Natron durch die Zellen der Speichelröhren zu erzielen.

Wie bereits bemerkt wurde, erhält man bei der Untersuchung mit schwacher Vergrösserung den Eindruck, dass die Speichelröhren blind zwischen den Alveolen enden und *Pflüger* glaubte anfänglich, dass dies mindestens bei einem Theile der Röhren auch thatsächlich der Fall sei. Indessen spricht schon die That-

sache, dass bei der Injektion der Speicheldrüsen vom Ausführungsgange aus die Injektionsmasse niemals in Alveolen eindringt, ohne dass gleichzeitig benachbarte Speichelröhren gefüllt sind, dafür, dass die beiden Gangsysteme mit einander zusammenhängen. Doch ergiebt erst die genauere Untersuchung von geeigneten Schnitten, dass sich zwischen die Enden der Speichelröhren und die Alveolen noch enge Röhren, Schaltstücke, welche mit einem niedrigen, nur 4—6 μ hohen Epithel ausgekleidet sind, einschieben. Die Schaltstücke sind entweder, wie namentlich in der Unterkieferdrüse des Hundes (Fig. 874), kurze oder, wie in der Ohrspeicheldrüse, ziemlich lange, noch wiederholt sich theilende Röhren. Die Epithelzellen sind entweder von kubischer oder abgeplattet länglicher Form und mit relativ grossen Kernen versehen und zeigen keine basale Auffaserung. Sie sind dadurch von den Zellen der Speichelröhren scharf unterschieden; aber auch den Zellen der Alveolen, abgesehen von Grösse und Form, durch die Beschaffenheit des Protoplasmas unähnlich. Wie *Nussbaum* an der Unterkieferdrüse des Kaninchens und *Ranvier* an jener des Igels fand, enthalten dort die Zellen der Schaltstücke eigenthümliche, in Osmiumsäure sich stark



Fig. 880.



Fig. 881.

bräunende Körnchen. Allerdings giebt *E. Müller* in neuerer Zeit an, dass ähnliche Körnchen, abhängig vom Funktionszustande der Drüse, auch in den eigentlichen Drüsenzellen der Alveolen vorkommen können. Die Zellen der Schaltstücke gehen übrigens an den letztgenannten Drüsen unmerklich in die Drüsenzellen der Alveolen über, während sie bei Schleimspeicheldrüsen scharf gegen die Schleimzellen sich abgrenzen und bei der Ohrspeicheldrüse mit zugespitzten Enden sich manchmal zwischen die Zellen des alveolaren Drüsenepithels einschieben. Die Zellen der Schaltstücke sind wohl ebenso, wie jene der Speichelröhren secernirende Elemente, während die Zellen der interlobulären Ausführungsgänge als ein einfach deckendes Epithel betrachtet werden.

Die Alveolen der tubulo-acinösen Drüsen werden ausnahmslos von einer dünnen, strukturlosen Haut, *Membrana propria*, umhüllt, deren Existenz — früher öfter bestritten — nun wohl allgemein anerkannt ist, da sie an künstlich ödematös gemachten, sowie an mit Kalilauge behandelten Drüsen leicht sichtbar

Fig. 880. Zwei angeschnittene Alveolen einer Zungenschleimdrüse des Kaninchens. *Müller's* Flüssigkeit. Die Schleimzellen ausgepinselt. Vergr. 600. *Membrana propria* mit den innen anliegenden Korbzellen.

Fig. 881. Anastomosirende Korbzellen einer Alveole von einer Eiweissdrüse der Zunge. *Golgi.* Vergr. 500.

wird und an macerirten Drüsen sich isoliren lässt. Sie besitzt eine ziemliche Festigkeit, wie daraus hervorgeht, dass durch Injektionen von Flüssigkeit in die Ausführungsgänge der grossen Speicheldrüsen bei stärkerem Drucke zwar oft die Drüsenzellen zertrümmert oder von der *Membrana propria* losgewühlt werden, höchst selten aber die *Membrana propria* zerrissen wird. Ehe dies geschieht, treten immer früher Extravasate durch die Speichelröhren oder die interlobulären Ausführungsgänge in das umgebende Bindegewebe auf. Es ist diese Festigkeit der Membran mit Rücksicht auf ihre geringe Dicke, welche weniger als 1 μ beträgt, sehr auffällig. Die *Membrana propria* ist anscheinend vollkommen strukturlos und zu den Cuticularbildungen (vergl. Bd. I, § 15 und § 24) zu zählen.

An ihrer Innenfläche finden sich, zwischen ihr und den Drüsenzellen eigenthümliche, sternförmige, anastomosirende Zellen, welche eine korbartige Umhüllung der Drüsenzellen darstellen (Fig. 880). Dieselben wurden von *W. Krause* (in Zeitschr. f. ration. Mediz. 1865) zuerst beschrieben; von *Koelliker* und *Boll* als korbartige *Membrana propria*, von *Henle* (in Anatom. II. Bd. S. 46) und *Pflüger* für Nervenzellen gehalten. Als jedoch durch *Pflüger*, *W. Krause* u. A. die Existenz einer allseitig geschlossenen *Membrana propria* dargethan war, hielten *Boll* und *ich* dafür, dass die „Korbzellen“ in der *Membrana propria* selbst als rippenartige Verdickungen eingelagert seien. Neue Untersuchungen haben mich jedoch von der Richtigkeit der auch von *Ranvier* (in Journ. de Micrographie 1888. S. 69) getheilten Ansicht *W. Krause*'s überzeugt, derzufolge die Korbzellen der *Membrana propria* nach innen aufliegen und sich von derselben vollständig isoliren lassen. *Unna* (in Centralbl. f. med. Wissensch. 1881) hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die Korbzellen wie die topographisch ähnlich gelagerten glatten Muskelzellen der Schweissdrüsen kontraktile Elemente seien, was indessen angesichts der Form der Zellen kaum wahrscheinlich ist. Indessen geben *Lacroix* (Compt. rend. d. Sc. 1894) und *Renaut* an, man könne an diesen Zellen eine ähnliche, streifige Protoplasmastruktur erkennen wie an den echten glatten Muskelzellen. In neuerer Zeit wurden von *E. Müller* (in Nordisk. Med. Ark. 1893) mittelst der *Golgi*-Methode Elemente an den Alveolen imprägnirt, welche den Korbzellen gleichen, aber lange Ausläufer besitzen, welche nirgends mit anderen Zellen anastomosiren. An ausgepinselten und gefärbten Präparaten lassen sich die Anastomosen der Korbzellen zweifellos feststellen; auch an *Golgi*-Präparaten imprägniren sich sehr oft Korbzellen in anastomotischer Verbindung mit den Nachbarzellen (Fig. 881); es kann daher über die korbartige Anordnung anastomosirender Zellen wohl kein Zweifel sein. Ausnahmsweise sah auch *ich* an *Golgi*-Präparaten nur Korbzellen, welche keine Anastomosen zeigten, was indessen den früher erwähnten Befunden gegenüber wohl nicht ins Gewicht fallen kann. Am besten lassen sich die Korbzellen der Schleimdrüsen isoliren. Ihr Protoplasma erscheint nach Behandlung mit Chromsalzen von feinen Körnchen durchsetzt und zeigt ausserdem kurze, zarte Fäden, welche in den verschiedensten Richtungen verlaufen. Nach Maceration in 5%igem Ammoniumchromat lassen sich die Korbzellen, allerdings in der Regel nur mit kurz abgerissenen Fortsätzen leicht isoliren (Fig. 873 *k*). Hat man solche Präparate vorher mit Kongoroth gefärbt, dann lassen sich die Beziehungen der Zellen zu der lebhaft roth gefärbten

Membrana propria bequem übersehen und man kann an vielen Stellen der Schleimzellen beraubte Alveolen beobachten, in welchen die Korbzellen an der Innenfläche der *Membrana propria* ganz oder theilweise losgelöst liegen. Bisweilen sieht man, wie zuerst *Pflüger* angab und wie *ich* bestätigen konnte, an Isolationspräparaten Drüsenzellen mit Korbzellen mittelst eines Fortsatzes in Verbindung. Eine genauere Untersuchung ergiebt jedoch, dass es sich um Fortsätze handelt, die an Drüsenzellen fest anhaften, ohne jedoch mit denselben zu verschmelzen. Die Korbzellen sollen sich nicht bloss an den Alveolen, sondern auch an den Speichelröhren finden (*Klein, Renaut*), was indessen von *Kolossow* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 52) nicht bestätigt wird. Im Gegensatze zu der herrschenden Ansicht, welche die Korbzellen zur Bindesubstanz rechnet, habe *ich* im Jahre 1873 die Meinung ausgesprochen, dass dieselben epitheliale Elemente sind, was mit Rücksicht auf ihre Lage zwischen *Membrana propria* und Drüsenzellen wohl eben so berechtigt ist, wie die Annahme der ektodermalen Abkunft der analog gelagerten Muskelfasern der Schweissdrüsen (Vergl. Bd. I. § 75). *Renaut* glaubt ebenfalls, dass die Korbzellen den „myoepithelialen" Zellen der Schweissdrüsen nahe verwandt sind, und *Kolossow* (l. c.) spricht sich ganz bestimmt in diesem Sinne aus.

§ 221.

Von den Sekretkapillaren, Sekretvakuolen und den Schlussleisten der Drüsenepithelien.

Die Alveolen der tubulo-acinösen Drüsen besitzen eine Lichtung, welche in der Regel von kreisförmigem Querschnitte ist und bei Schleimdrüsen im Allgemeinen ziemlich weit, bei den Eiweissdrüsen aber stets sehr enge ist. In diesen axialen Hohlraum, mit welchem das innere Ende der Drüsenzellen in Berührung ist, wird das Sekret der Drüsenzellen abgesondert. Die Frage, ob ausser diesem axialen Hohlraume noch zwischen den sich berührenden Flächen der Zellen besondere Sekretkapillaren (Speichelkapillaren) vorkommen, wurde aufgeworfen, seitdem feststand, dass in der Leber der Säugethiere Gallenkapillaren sich finden, welche die Leberzellen umspinnen. Nachdem es zuerst *Langerhans* gelungen war, durch Injektion mit Berlinerblau im Pankreas feine Kanälchen zu füllen, fand bald darauf *Saviotti*, dass dieselben die Drüsenzellen theilweise netzartig umgeben. Aehnliche Erfolge wurden auch an den Mundspeicheldrüsen erzielt. Doch blieb fraglich, ob es sich hierbei um natürliche oder erst künstlich gebahnte Wege handle. Führt man Injektionen durch die Ausführungsgänge aus, so erhält man stellenweise reine Füllungen der axialen Lichtungen der Alveolen, ausserdem nicht selten anscheinend drehrunde Kanälchen zwischen den sich berührenden Zellenflächen, aber auch spaltartige Räume zwischen diesen oder zwischen den Drüsenzellen und der *Membrana propria* injizirt, ausserdem noch kleinere kugelige Räume im Innern der Zellen, welche mit der injizirten Lichtung der Alveolengänge zusammenhängen. Offenbar ist ein guter Theil der so erfüllten Räume erst durch die Injektion erzeugt, und es war nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob dies nicht bei allen mit Ausnahme der ohnehin leicht nachweisbaren axialen Lichtungen der Drüsenröhren der Fall sei. Eine natürliche Füllung mit indigschwefelsaurem Natron, wie man sie in den Gallenkapillaren erhält,

wenn man den genannten Farbstoff in den Blutstrom des lebenden Thieres bringt, kann man an den Sekretkapillaren der Speicheldrüsen in der Regel nicht beobachten. Erst die neueren Imprägnations- und Färbemethoden ermöglichten auf anderem Wege, die Anfänge der Sekretionswege zu erforschen. Es sind dies die *Golgi*-Methode und die Hämatoxylin-Eisenlackfärbung nach *M. Heidenhain*, sowie die Tinktion mit *Biondi's* Dreifarbengemisch. Obwohl bei diesen Methoden von künstlich gebahnten Wegen keine Rede sein kann, so ergeben sich doch Schwierigkeiten anderer Art; bei der *Golgi*-Methode insbesondere der Zweifel, wie weit das im Zusammenhange mit der axialen Sekretmasse der Gänge sich schwarz Imprägnirende, normalen Sekretwegen zugerechnet werden darf. *Ramón y Cajal* (in Nuovas aplicaciones del metodo de coloracion de *Golgi*. Barcelona 1889) wies zuerst nach, dass in den tubulo-acinösen Drüsen das Gangsystem durch Imprägnation des in demselben enthaltenen Sekretes mit schwarzem Chromsilberlack deutlich hervortritt. In den reinen Schleimdrüsen imprägniren sich, wie später *G. Retzius* genauer darlegte, ausser den weiten axialen Hohlräumen keine feineren Gänge und nur selten sieht man kurze, tropfenartige Anhänge (Sekretvakuolen), welche in die centralen Enden der Drüsenzellen hineinreichen oder, wie *ich* an den Zungenschleimdrüsen der Ratte und der Katze finde, kurze, intercelluläre Seitenäste, welche jedoch kaum das innere Drittel der Höhe der Zellen überschreiten. In den Schleimdrüsen mit Halbmonden gehen aber zu diesen, wie dies *G. Retzius* von der Submaxillaris des Hundes sehr klar abbildete, zwischen den Schleimzellen hindurch Gänge, welche sich am Halbmonde selbst in feine, verzweigte, niemals netzartig angeordnete Gänge auflösen, die den Randzellen anliegen und mit kurzen, bläschenartigen Seitenzweigen auch in diese eindringen (Sekretvakuolen), die *Membrana propria* aber nirgends erreichen.

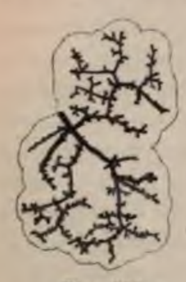


Fig. 882.



Fig. 883.

In den Eiweissdrüsen erhält man nebst dem centralen Drüsenlumen noch zierliche intercelluläre Gänge, welche ebenfalls die *Membrana propria* nicht erreichen und in den Zellen mit den Gängen zusammenhängende oberflächliche Tropfen (Sekretvakuolen, *Retzius*) imprägnirt. Die Frage, ob die intercellulären Gänge zum Theile intracellulär enden, wird von *Laserstein* (in Arch. f. die ges. Physiol. Bd. 55), *R. Krause* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 45 u. 49) und *Küchenmeister* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 46) bejaht, von *Erik Müller* und *K. W. Zimmermann* aber verneint. Es ist sehr schwierig, diese Frage an *Golgi*-Präparaten allein zu entscheiden; *Erik Müller*, *R. Krause* u. A. haben daher auch die Hämatoxylin-Eisenlack-Methode von

Fig. 882. Von der *Submaxillaris* der Ratte. Nach *Golgi* imprägnirt. Vergr. 500. Sekretgänge, Sekretkapillaren und Sekretvakuolen.

Fig. 883. Seröse Drüse von der Zunge der Ratte. Die Sekretgänge und Sekretkapillaren nach *Golgi* imprägnirt. Vergr. 85.

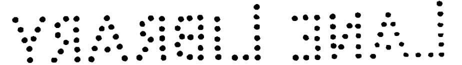
M. Heidenhain und *Küchenmeister*, *Biondi's* Dreifarbengemisch, durch welche man die Sekretkapillaren auf rein tinktoriellem Wege sichtbar machen kann, zu Hilfe gezogen. An derartigen Präparaten sieht man die Sekretkapillaren als farblose, von deutlichen, gefärbten Contouren begrenzte Röhrchen vom Lumen aus zwischen die Drüsenzellen eindringen. Wo die Röhrchen intracellulär zu liegen scheinen, ist der Verdacht naheliegend, dass eine ungünstige Schnittrichtung — es sind nur sehr dünne Schnitte brauchbar — eine Täuschung bedingt. Freilich behauptet *R. Krause*, die intracellulären Sekretkapillaren an völlig isolirten Zellen im Innern derselben gesehen zu haben. Immerhin bestätigen die Färbungsmethoden die Existenz der durch die *Golgi*-Imprägnation sich so auffällig schwarz färbenden Sekretkapillaren der Eiweissdrüsen, ferner ihr Vorkommen an den *Gianuzzi*'schen Halbmonden und in der Regel ihr Fehlen zwischen reinen Schleimzellen. Doch kann ich weder mit der *Golgi*-methode, noch an Tinktionsbildern die Ueberzeugung gewinnen, dass die Sekretkapillaren stets vorhanden sind; sehr oft liegen die Zellen der Eiweissdrüsen mit ihren Oberflächen so dicht aneinander, dass kein Röhrchen zwischen denselben wahrgenommen werden kann. Wo die Sekretkapillaren deutlich sind, erscheinen sie an Tinktionspräparaten ohne eigene Wandung, nur von den Oberflächen der Zellkörper begrenzt, als in der Kittsubstanz eingegrabene Röhrchen. Dass dieselben unsichtbar werden, wenn kein Sekret in denselben enthalten ist, ist demnach leicht begreiflich. Auch die Resultate der *Golgi*-Methode können das dauernde Vorhandensein der Sekretkapillaren nicht beweisen, obwohl man immerhin, falls in Eiweissdrüsen überhaupt die Gänge imprägnirt sind, auch seitliche Fortsetzungen derselben zwischen den Zellen finden wird. Es verdient aber doch betont zu werden, dass oft auch längere Strecken von Gängen ohne solche Sekretkapillaren sind und nur mit Sekretvakuolen besetzt erscheinen. Man kann demnach nicht bestimmt behaupten, dass ausser dem centralen Drüsengange auch noch Sekretkapillaren an solchen Stellen vorhanden sein müssen. Auch bezüglich der Sekretvakuolen ist es wahrscheinlich, dass sie nur vorübergehende Bildungen in der Zelle darstellen, welche auftreten, wenn innerhalb der Zelle fertiges Sekret sich findet, aber verschwinden, wenn dies nicht der Fall ist. Ob alle an *Golgi*-Präparaten und an in anderer Weise fixirten Drüsen sich zeigenden Sekretvakuolen als solche schon während des Lebens vorhanden waren, ist mit Rücksicht auf die nachweislich postmortal sehr leicht auftretende Vakuolenbildung in Drüsenzellen nicht mit Sicherheit zu behaupten. Wohl aber ist die Bildung flüssigen Sekretes innerhalb der Drüsenzellen während des normalen Sekretionsvorganges und mithin auch die Ausscheidung von Flüssigkeitstropfen (Sekretvakuolen) als normaler Vorgang deshalb sehr wahrscheinlich, weil alle Sekrete der Mundhöhlendrüsen schon im Bereiche der Alveolenlichtungen der geformten Bestandtheile — abgesehen von gelegentlich vorkommenden Leukocyten — vollständig entbehrende, reine Flüssigkeiten sind. Diese können schon innerhalb der Zelle, nahe deren centralen Ende, wo die Ausscheidung in der Regel erfolgt, als Tropfen sichtbar werden. Bei wirbellosen Thieren, namentlich schön in den Speicheldrüsen von Insekten (*Blatta, Locusta*) finden sich zweifellos dauernde, von einer besonderen Wandung ausgekleidete Sekreträume in den Drüsenzellen, welche mittelst eigener von einer chitinisirten Cuticula ausgekleideter Röhrchen in die Ausführungsgänge übergehen.

Schliesslich ist noch einer Einrichtung zu gedenken, welche von *K. W. Zimmermann* und *Th. Cohn* (in Verh. d. phys. med. Ges. Würzburg. N. F. 31. Bd. Nr. 4) als allgemein bei Epithelien vorkommend, beobachtet ist, von *Solger* insbesondere auch an dem Epithel der Speichelröhren beschrieben wurde. Es sind dies die „Schlussleisten" *Bonnet's*. Es handelt sich um eine die centralen dem Lumen zugewendeten Enden der Epithelzellen verkittende Substanz, welche sich, namentlich nach der Färbung mit *M. Heidenhain's* Hämatoxylin-Eisenlack, intensiv färbt, während die übrige Kittsubstanz nahezu farblos erscheint. Diese bei den meisten Objekten bisher nur durch Tinktionsmethoden als etwas von der übrigen Kittsubstanz Verschiedenes nachgewiesenen Schlussleisten finden sich nun auch an den centralen Enden der Drüsenzellen. Es scheint sich dabei um eine festere, einer cuticularen Abscheidung vergleichbare Substanz zu handeln, welche die Intercellularräume gegen die Oberfläche abschliesst, soweit nicht Sekretkapillaren zwischen die Zellen eindringen.

§ 222.

Von den Halbmonden oder Randzellen.

Wiederholt war im Vorhergehenden von den Halbmonden oder Randzellenkomplexen der Schleimdrüsen die Rede, ohne dass jedoch auf die Bedeutung dieser Bildungen näher eingegangen werden konnte. Wie bereits (§ 219) bemerkt wurde, hatte *R. Heidenhain* dieselben als Ersatzzellen für die angeblich bei der Schleimsekretion zu Grunde gehenden Zellen angesehen. Diese Ansicht ist nun wohl fast allgemein verlassen worden, da weder ein massenhaftes Zugrundegehen von Schleimzellen noch eine rege Neubildung von Zellen, die doch wohl auf mitotischem Wege vor sich gehen müsste, nachweisbar ist (*Bizzozero* und *Vassale* l. c.). Dagegen hat eine andere Ansicht, die ich im Jahre 1872 (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. VIII) zuerst äusserte, nämlich, dass es sich um secernirende Drüsenzellen handle, welche von den Schleimzellen specifisch verschieden sind, mehr und mehr Geltung gewonnen, seitdem durch die neueren Untersuchungsmethoden Sekretkapillaren an den Zellen der Halbmonde (§ 221) nachgewiesen sind. Die Existenz der Sekretkapillaren erweist wohl unzweifelhaft, dass die Randzellen wirklich secernirende Elemente und nicht etwa auf embryonaler Stufe stehen gebliebene Reservezellen oder Keimlager vorstellen. Da ferner zwischen den sekreterfüllten Schleimzellen keine Sekretkapillaren vorkommen, wie *ich* trotz gegentheiliger Angaben von *R. Krause* behaupten muss, liegt der Schluss nahe, dass die Randzellen keine Schleimzellen, sondern wesentlich davon verschiedene, den Eiweisszellen, mit welchen sie bezüglich der Sekretkapillaren übereinstimmen, nahestehende Drüsenzellen sind. *G. Retzius* (in Biol. Unters. N. F. III 1891), *Laserstein* und *Erik Müller* haben insbesondere auf Grund der Resultate der *Golgi*-Methode diesen Schluss gezogen. Dagegen vertheidigt *Stöhr* bis in die neueste Zeit (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 47) die von ihm im Anschlusse an *Pflüger* und *Hebold*, welche die Halbmonde als Protoplasmatheile von Schleimzellen erklärt hatten, aufgestellte Ansicht, dass die Randzellen sekretleere Schleimzellen und keineswegs eigenartige Drüsenzellen seien. Ehe nun in das Für und Wider der beiden sich entgegen stehenden Ansichten eingegangen werden kann, ist eine für die Diskussion wichtige



Vorfrage noch zu besprechen, ob nämlich die Randzellen von Schleimzellen in den Alveolen vollständig überlagert werden, mit anderen Worten, ob das Epithelium der Drüsenschläuche dort, wo Halbmonde sich finden, als einschichtig oder zweischichtig zu betrachten ist. In der ersten Zeit nach der Entdeckung der Halbmonde in der Unterkieferdrüse des Hundes durch *Gianuzzi* (in Sitzb. d. sächs. Akad. Nov. 1865) hielt man dieselben wohl allgemein als Zellenkomplexe, welche die Lichtung der Drüsengänge nicht direkt berühren, sondern als schalig angeordnete Massen zwischen die *Membrana propria* und darüber gelagerte Schleimzellen eingeschaltet sind. An dicken Schnitten, oder auch an isolirten Alveolengängen erhält man fast immer den dieser Vorstellung entsprechenden Eindruck und es scheint daher natürlich, das Drüsenepithel im Bereiche der Halbmonde als zweischichtig in dem Sinne zu betrachten, dass auf einer basalen Schicht von Randzellen eine zweite, erst die Lichtung des Drüsenrohres begrenzende Schicht von Schleimzellen aufruhe. In Wahrheit ist aber, wie *Stöhr* mit Recht dieser Auffassung gegenüber betont, welche noch bis in die neueste Zeit von *Küchenmeister* (l. c.), *Solger* (in Festschr. f. *C. Gegenbaur* II. 1896) und *R. Krause* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 49) festgehalten wird, das Drüsenepithelium auch im Bereiche der Halbmonde einschichtig. Die Halbmonde treten in zwei Hauptformen auf: einmal als endständige am blinden Ende von Alveolen, oder als seitenständige im Bereiche eines im Querschnitte cylindrischen Alveolenganges. Diese beiden Hauptformen treten aber wegen der zahlreichen, oft dicht gedrängten Knickungen und Ausbuchtungen der Gänge auch als Mischformen auf, deren richtige Deutung grosse Schwierigkeiten machen kann. *Stöhr* hat anfänglich seinen Darstellungen der Halbmonde seitenständige Formen zu Grunde gelegt, indem er die Forderung erhob, nur solche Schnittbilder als entscheidend zu betrachten, in welchen die Lichtung des Ganges im reinen Querschnitte vorliegt. Solche Schnittbilder sind aber nur für seitenständige, nicht aber für endständige Halbmonde möglich, wie aus beistehendem Schema (Fig. 884) ersichtlich wird. Nur durch den seitenständigen Halbmond *sh* könnte ein Querschnitt geführt werden, welcher den von Schleimzellen erfüllten Gang mit kreisrunder Lichtung zeigen würde, während für den endständigen Halbmond *eh* keine Schnittrichtung denkbar ist, welche zugleich den zugehörigen, von Schleimzellen ausgekleideten Gang rein quer treffen würde. Betrachtet man an dem Schema den endständigen Halbmond, so könnte man das Epithelium vielleicht als mehrschichtig erklären wollen, da der Halbmond durch zwei Zellenlagen von der weiten Lichtung des Alveolenganges *l* getrennt erscheint. In Wahrheit setzt sich aber immer eine Fortsetzung der Lichtung des Alveolenganges bis an den endständigen Halbmond fort, die allerdings oft sehr stark zusammengepresst ist und in Folge dessen leicht übersehen wird; jedoch an

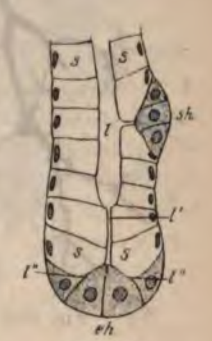


Fig. 884.

Fig. 884. Schema von Halbmondbildungen in einer Schleimdrüse. *eh* Endständiger Halbmond; *l* Lichtung des Ganges zwischen den Schleimzellen; *l' l''* Sekretgänge des Halbmondes; *s* Sekreterfüllte Schleimzellen; *sh* Seitenständiger Halbmond.

gelungenen *Golgi*-Präparaten (Fig. 885), wie alle Untersucher fanden, bis an den Halbmond verfolgt werden kann. Aber auch an ungefärbten Schnitten (vergl. Fig. 874 bei *r*) lassen sich bei günstiger Schnittrichtung diese zu den endständigen Halbmonden ziehenden Fortsetzungen der Ganglichtungen gut erkennen. Die rein seitenständigen Halbmonde machen im Querschnitte, wie *Stöhr* ausführlich darlegt, bezüglich ihrer Zurückführung auf ein einschichtiges Epithel keine Schwierigkeit. Wo überhaupt eine Entscheidung möglich ist, wird man überall das Bild auf die im obigen Schema dargestellten Fälle zurückführen können und sich überzeugen, dass nirgends Drüsenzellen sich nachweisen lassen, welche ohne Kontakt mit der *Membrana propria* wären, was vorkommen müsste, wenn in der That im Bereiche der Halbmonde das Epithel zweischichtig wäre. Kombinationen von endständigen und seitenständigen Halbmonden an stark geknickten und gewundenen Röhren geben natürlich Bilder, welche ein zweischichtiges Epithel vortäuschen können, wie solche in Fig. 886 *r* (*Submaxillaris*)

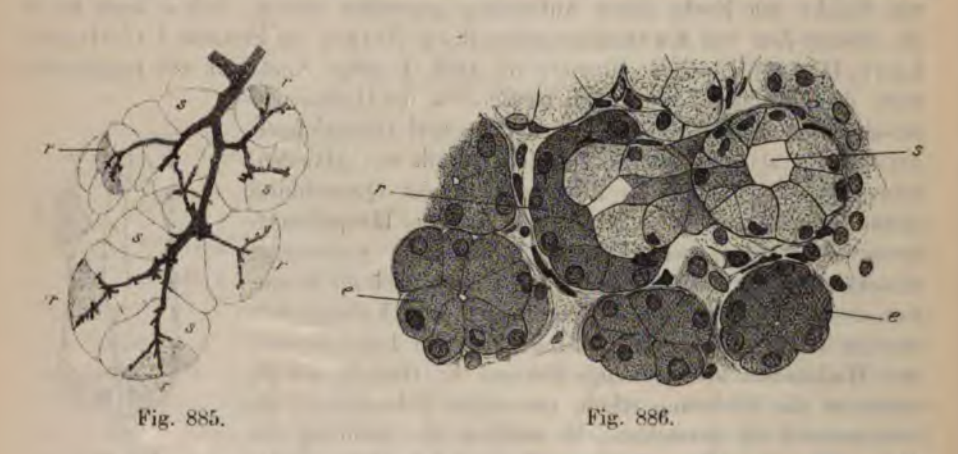


Fig. 885. Fig. 886.

und in Fig. 887 *s'* (*Sublingualis*) naturgetreu dargestellt sind. Die Vertheilung der Halbmonde ist in vielen Drüsen, in welchen sie regelmässig gefunden werden, eine sehr wechselnde. Bald trifft man — wie besonders in der Unterzungendrüse des Menschen — ganze primäre Läppchen fast ohne Halbmonde, während sie in daneben liegenden sehr zahlreich sind. In anderen Fällen findet man die Halbmonde in ziemlich gleichmässiger Vertheilung durch die ganze Drüse. Wie oft, in neuerer Zeit wieder von *Seidenmann* (in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. X.), behauptet wurde, sollen die Reizversuche die Uebereinstimmung des mikroskopischen Bildes sekretleerer Schleimzellen mit jenem der Zellen der Halbmonde ergeben. Doch hebt *E. Müller* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 64. Bd.) hervor, dass wohl bis zur Erschöpfung gereizte und dadurch der specifischen Granula völlig beraubte Schleim- und Eiweisszellen einander sehr ähnlich

Fig. 885. *Retrolingualis* der Ratte. Sekretgänge nach *Golgi* imprägnirt. Vergr. 500. *r* Randzellen mit Sekretkapillaren; *s* Schleimzellen.

Fig. 886. Unterkieferdrüse vom Erwachsenen. Vergr. 500. Pikrinsublimat, Hämatox., Eosin. *e* Alveolen mit Eiweisszellen; *r* Randzellenkomplex; *s* Alveolengang mit Schleimzellen.

sehen, nicht aber eine sekretleere Schleimzelle und eine ruhende, mit Körnchen erfüllte Halbmondzelle oder Eiweisszelle. Schon *Ranvier* hat (in Journ. de Micrographie 1888 S. 168) bemerkt, dass auch an der lange gereizten Unterkieferdrüse des Hundes die Randzellen sich noch von den entleerten Schleimzellen unterscheiden lassen und *Mislavsky* und *Smirnow* (in Arch. f. Anat. u. Phys., Physiolog. Abth. 1896) haben diesen Befund bestätigt. Man könnte gegen diese letzteren Angaben das Bedenken erheben, dass sich nicht entscheiden lasse, ob die Halbmonde, welche nach länger dauernder Reizung gefunden werden, topographisch dieselben sind, wie diejenigen, welche an der ungereizten Drüse vorhanden waren. Allein auch dieses Bedenken fällt durch die späteren Versuche *R. Krause's* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 49), welchem es gelang, in den Halbmonden der Unterkieferdrüse der Katze eine Ausscheidung von indigschwefel-

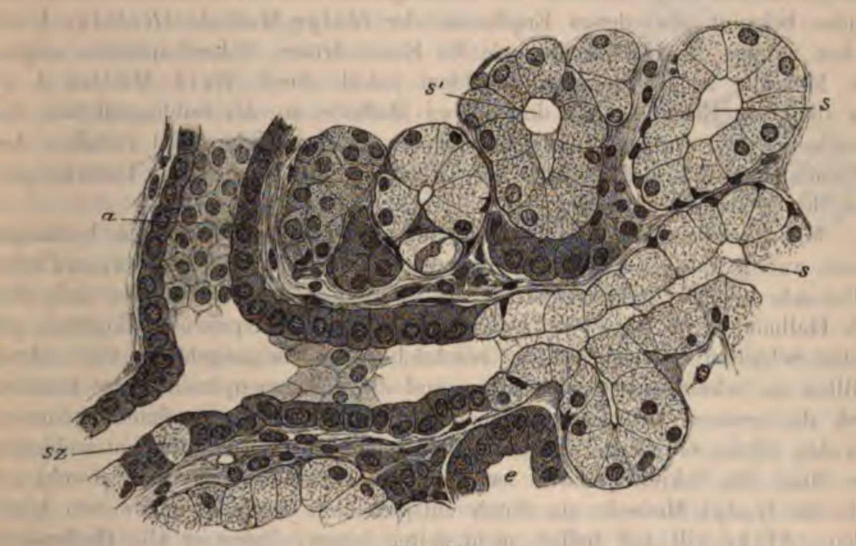


Fig. 887.

saurem Natron zu erzielen, während die Schleimzellen frei von Farbstoff blieben. Es wäre aber immerhin möglich, dass die, meistens endständigen Halbmonde in der Unterkieferdrüse des Hundes, der Katze und in anderen ähnlichen Drüsen — wie schon *Klein* (in Quart. Journ. of microsc. Science Vol. XXII N. S.) vermuthete — in der That eine besondere Art von Drüsenzellen darstellen, während in der Unterzungendrüse des Menschen vielleicht nur Halbmonde vorkommen, welche aus entleerten Schleimzellen bestehen. So erfährt die Frage über die Bedeutung der Halbmonde oder Randzellen noch eine weitere Komplikation durch das Bedenken, ob wohl alle Halbmondbildungen dieselbe Bedeutung

Fig. 887. Unterzungendrüse vom Erwachsenen. Pikrinsublimat. Vergr. 500. *a* Terminaler Ausführungsgang nach unten sich theilend, der rechte in einen Alveolengang sich fortsetzend; *e* Alveole mit entleerten Schleimzellen; *s* Alveolen mit Schleimzellen; *s'* eine solche mit Randzellen nach unten; *sz* Schleimzelle zwischen den Epithelzellen des Ausführungsganges.

[illegible] und [illegible] in dieser Beziehung [illegible] etwa aus den Erfahrungen an der Unterkieferdrüse des Hundes Schlüsse zu ziehen auf die Schleimspeicheldrüsen des Menschen. Lange Zeit war *ich* geneigt, die Meinung *Klein*'s (l. c.) für richtig zu halten, dass in der *Sublingualis* des Menschen und den dieser ähnlichen Schleimdrüsen die Halbmonde nur aus [illegible] Schleimzellen bestehen, wie dies *Stöhr* für die Halbmonde annimmt, dagegen die in der *Submaxillaris* des Menschen, des Hundes und der Katze etc. vorkommenden Randzellenkomplexe für besondere Drüsenzellen zu halten. Man müsste dementsprechend echte *Gianuzzi*'sche Halbmonde von den durch entleerte Schleimzellen bedingten *Pflüger-Heidenhain-Stöhr*'schen unterscheiden. Abgesehen von den experimentellen, den erwähnten Ergebnissen, und dem Umstande, dass bei diesen Thieren die Submaxillardrüse eine reine Eiweissdrüse ist Kaninchen, [illegible] schienen die zuerst [illegible] von der Unterkieferdrüse des Hundes bekannt gewordenen Ergebnisse der *Golgi*-Methode *Retzius* l. c., [illegible] zufolge die Halbmonde, wie die Eiweissdrüsen, Sekretkapillaren zeigen, diese Meinung zu rechtfertigen. Seitdem jedoch durch *Erik Müller* (l. c.) ganz dieselben Resultate mit der *Golgi*-Methode an der Sublingualdrüse des Menschen erzielt wurden, wüsste *ich* keinen scharfen Unterschied zwischen den Halbmonden der Unterkieferdrüse der Raubthiere und jenen der Unterzungendrüse des Menschen anzugeben.

Mit Rücksicht auf die Befunde *Erik Müller*'s, die *ich* bestätigen konnte, zweifle *ich* nun nicht mehr an dem Vorkommen echter *Gianuzzi*'scher Halbmonde in der Unterzungendrüse des Menschen. Daneben finden sich aber auch Halbmonde im Sinne *Stöhr*'s. Man sieht an entsprechend tingirten, gut [illegible] Schnitten die von *Stöhr* beschriebenen Uebergangsbilder von sekreterfüllten zu sekretleeren Schleimzellen und die Zusammenpressung der letzteren durch die ersteren, wodurch Halbmonden ähnliche Bilder zu Stande kommen. Von den echten *Gianuzzi*'schen Halbmonden sind sie dadurch unterschieden, dass ihnen die Sekretkapillaren zwischen den Zellen, welche man sowohl mit Hilfe der *Golgi*-Methode als durch entsprechende Färbung nachweisen kann, fehlen. [illegible] freilich nicht gelten lassen, indem er alle Halbmonde [illegible] und daher auch die Sekretkapillaren zwischen entleerten Schleimzellen [illegible] *Golgi*-Präparaten nachgewiesen zu haben glaubt. Die Bilder, auf welche er sich [illegible] bezieht l. c. Fig. 9, haben jedoch zum Theile mit Sekretkapillaren [illegible] nichts zu thun, sondern sind nichts als Färbungen der Zellgrenzen, wie auch *Erik Müller* in Zeitschr. f. wiss. Zool. 64. Bd. [illegible] bemerkt. Man erhält bei Anwendung der *Golgi*-Methode häufig eine [illegible] des die Drüsenzellen verbindenden Kittes, der sich an Epithelien [illegible] bekannten einfachen Silbernitratbehandlung schwarz färbt. [illegible] lässt oft auf weite Strecken die Zellgrenzen an den Alveolen [illegible] scharf hervortreten; sie ist aber fast nie mit einer Imprägnation der Sekretkapillaren kombinirt; es fehlt im Gegentheile bei einer reinen Imprägnation [illegible] stets die Färbung der Schleimwände der Zellen. Wenn *ich* auch mit *Stöhr* darin übereinstimme, dass den echten *Gianuzzi*'schen Halbmonden ähnliche Bilder durch entleerte Schleimzellen entstehen können, so kann *ich* doch der Meinung *Stöhr*'s, es entständen alle Halbmonde aus entleerten Schleimzellen, mit Rücksicht auf das oben Bemerkte nicht beistimmen. Vor Allem kann

ich ebensowenig als *Ramon y Cajal*, *G. Retzius*, *Laserstein* und *E. Müller* in einer Alveole mit reinen Schleimzellen etwas anderes an *Golgi*-Präparaten imprägnirt finden, als die centrale Lichtung und kurze, davon abgehende Seitenäste, welche zu Sekretvakuolen im Innern der Zelle führen oder hie und da auch ganze Schleimzellen. Man ist auf Grund dieses Befundes, sowie mit Rücksicht auf das Fehlen von intercellulären Sekretkapillaren an entsprechend tingirten Präparaten wohl berechtigt, zu schliessen, dass die Schleimzelle nur an dem, der Lichtung des Drüsenganges zugewendeten Ende ihr Sekret entleert. Wollte man nun die echten *Gianuzzi*'schen Halbmonde mit Sekretkapillaren im Sinne *Stöhr*'s als entleerte Schleimzellen erklären, so wäre es unverständlich, wie die Sekretkapillaren zwischen den Seitenflächen der sich berührenden Zellen zu Stande kommen. Vorausgesetzt, dass die in voller Thätigkeit begriffenen Zellen nur an der, der Lichtung des Ganges zugewendeten Seite absondern, können in dem Stadium, in welchem die Zellen nicht mehr secerniren, unmöglich Sekretkapillaren zwischen den Zellen neu entstehen. Denkt man sich in dem Schema Fig. 884 den endständigen Halbmond im Sinne *Stöhr*'s durch entleerte Schleimzellen entstanden, so könnten die Sekretgänge nur bis zu den Punkten l'' an die Spitzen der zur Seite gedrängten Zellen reichen, nicht aber zwischen die Seitenflächen der Zellen, wie dies thatsächlich bei den echten *Gianuzzi*'schen Halbmonden der Fall ist. In den reinen Schleimdrüsen, insbesondere, wie *ich* zuerst hervorhob, in den Schleimdrüsen der Zungenwurzel vieler Thiere (Kaninchen, Meerschweinchen etc.), aber auch in der Regel beim Menschen, fehlen die echten Halbmonde oder Randzellenkomplexe gänzlich. Dagegen kommen Halbmondbildungen im Sinne *Stöhr*'s, wenn auch nicht sehr häufig, vor, da in der Regel die Zellen ganzer Gangsysteme ziemlich gleichmässig in demselben Funktionszustande sich befinden. Bei Raubthieren finden sich auch in diesen Drüsen echte Halbmonde.



Fig. 888.

Schliesslich darf bei der Beurtheilung der Bedeutung der Halbmonde nicht vergessen werden, dass während der Entwicklung die Schleimzellen aus ursprünglich schleimfreien, protoplasmatischen Zellen hervorgehen. Obwohl nun, wie *Chievitz* nachweist, in der Unterzungendrüse des dreimonatlichen Embryo bereits Schleimzellen auftreten, so sind doch zur Zeit der Geburt bei weitem nicht alle später schleimhaltigen Zellen als solche ausgebildet und *Chievitz* betont insbesondere, dass an den später der Randzellen entbehrenden Drüsen des Zungengrundes, noch beim neunmonatlichen Embryo nicht alle Zellen mucinhaltig sind. Da die Umwandlung der protoplasmatischen Zellen in Schleimzellen beim Embryo erst dann geschieht, wenn die ursprünglich soliden Anlagen der Alveolen hohl geworden sind, erscheinen solche Entwicklungsphasen der noch fortsprossenden

Fig. 888. Schnitt von der *Submaxillaris* des Hundes. *Golgi*-Präparat von Prof *Retzius*. Vergr. 700. Sekretgänge schwarz imprägnirt. *H* Halbmond im Profile; *H'* in der Flächenansicht, die übrigen Halbmonde in Zwischenstellungen; *s* Schleimzellen.

Alveolenenden als eine dritte Art von Halbmonden, die sowohl von den echten Halbmonden der gemischten Schleimdrüsen, als von den *Stöhr*'schen Halbmonden, wesentlich verschieden sind.

§ 223.

Von den Gefässen und Nerven der Drüsen der Mundhöhle.

Die Blutgefässe der tubulo-acinösen Drüsen halten sich in ihren Verzweigungen an die Verästelung der Ausführungsgänge. Die Arterien der Speicheldrüsen sind durch eine gut entwickelte glatte Muskulatur bemerkenswerth, während dieselbe an den grösseren Venen nur schwach ist und an den kleineren fast ganz fehlt. Die reichlichen Kapillargefässe umspinnen die Speichelröhren und die Alveolen und sind für jedes primäre Läppchen ziemlich selbständig mit nur wenigen Anastomosen, durch das interlobuläre Bindegewebe hindurch, zu den Nachbarläppchen. Wie *Gianuzzi* (l. c.) feststellte, sind die Blutkapillaren im lockeren, spärlichen Bindegewebe eingelagert und berühren die *Membrana propria* der Alveolen nicht direkt, sind vielmehr von letzterer, an künstlich ödematös gemachten oder durch Einstich injizirten Drüsen durch deutlich sichtbare Spalträume getrennt. Die für die Ernährung der Drüsenzellen bestimmte Flüssigkeit kann daher nicht direkt aus den Blutgefässen, sondern nur aus den die *Membrana propria* umgebenden Spalträumen entnommen werden. Die Blutkapillaren bilden ausserdem, trotz reichlicher Verzweigung, immerhin so weite Maschen, dass auch bei nicht klaffenden Gewebespalten nur einzelne Theile der Alveolen — bei weitem nicht jede Zelle — in der unmittelbaren Nähe von Blutkapillaren gelegen sind. Nach Messungen an einer injizirten Unterkieferdrüse des Kaninchens haben die Kapillarmaschen einen Durchmesser von 30—100 μ, im Mittel etwa 50 μ. Lymphgefässe sind längs der interlobulären Ausführungsgänge, reichliche Anastomosen bildend, vorhanden und wie *W. Krause* und *Klein* angeben, mit vielen Klappen versehen. *Renaut* findet keine Klappen, sondern ein System sackartig erweiterter, interlobulärer Lymphkapillaren, welche an den Stielen der Läppchen blind enden. Nicht selten findet man in den Speicheldrüsen kleinere und grössere Lymphknoten, oder auch diffuse Einlagerungen adenoiden Gewebes. Im Innern der primären Drüsenläppchen sind bisher keine röhrenförmigen Lymphgefässe bekannt; wie *Gianuzzi* zuerst angab und *Klein* (in Journ. of Microscop. Science. Vol. XXII N. S.) bestätigte, muss man als Anfänge der Lymphbahnen die Bindegewebsspalten des lockeren interlobulären Bindegewebes ansehen, von welchen aus bei Einstichinjektionen die röhrenförmigen Lymphgefässe zwischen den Läppchen sich leicht füllen lassen.

Die Nerven der Speicheldrüsen stammen aus zwei Quellen, vom Sympathicus und gewissen Kopfnerven und bilden längs der Ausführungsgänge bis in die kleinsten Läppchen hinein Geflechte. Die stärkeren Aeste enthalten vorwiegend dickere markhaltige Fasern (5—15 μ nach *Bidder*), während in den feineren die markhaltigen Fasern mehr und mehr verschwinden und in den Endgeflechten an den Alveolen nur mehr ausschliesslich marklose Fäserchen vorliegen. In den interlobulären Geflechten finden sich da und dort Anhäufungen von Ganglienzellen, welche wohl alle dem sympathischen Typus angehören. *Retzius* fand in der Unterkieferdrüse des Kaninchens Zellen von multipolaren

Typus; mir selbst sind jedoch an *Golgi*-Präparaten der *Submaxillaris* der Ratte wiederholt auch einzelne imprägnirte Ganglienzellen vorgekommen, welche nur Einen imprägnirten Fortsatz zeigten und welche demnach dem unipolaren Typus anzugehören scheinen. Aehnliche Zellen sind in Band II S. 866 aus dem *Meissner*'schen Plexus des Hundes abgebildet. *Berkley* (in The Johns Hopkins Hospital Report Vol. IV. Nr. 4, 5 1894) sah an der *Submaxillaris* der Maus, ebenfalls an *Golgi*-Präparaten, Nervenfasern, welche die Blutgefässe begleiten auf den Ganglienzellen mit Endbäumchen enden, während Dendriten der Ganglienzellen mit gekrümmten knotigen Enden an andere Ganglienzellen, wie auch *Retzius* findet, sich anlegten. Eine gesonderte Verfolgung der cerebralen und sympathischen Nervenfasern ist in den Drüsen bisher nicht möglich, doch konnte *Korolkow* (in Anat. Anz. VII. S. 580) an Methylenblaupräparaten wenigstens verfolgen, dass die Endgeflechte der Alveolen sowohl aus markhaltigen als marklosen Nervenfasern hervorgehen. Die Nervenendigungen sind, abgesehen von jenen an den Gefässen, wie die neueren Untersuchungen ergaben, in reichlichem Maasse an und in den Alveolen zu finden. Die älteren Angaben von *Pflüger*, die auf Untersuchungsmethoden beruhten, welche zur Erkennung der feinsten Nerven nicht hinreichten, haben sich nicht bestätigt; erst die Anwendung der *Ehrlich*'schen Methylenblaufärbung und die *Golgi*-Methode haben auch hier wesentliche Fortschritte gebracht. *G. Retzius* wies zuerst (in Verh. des biol. Vereines in Stockholm 1888) an den Eiweissdrüsen der Zunge mit Methylenblau dendritisch sich verzweigende, feinste, variköse Fäserchen nach, welche die *Membrana propria* dicht umspinnen und mit körnigen Enden aufhören. Ob die letzteren intercellulär liegen, wurde zwar als wahrscheinlich, aber nicht mit voller Sicherheit erkannt. Seitdem haben diese Angaben vielfache Bestätigung erfahren durch *Ramon y Cajal*, *Fusari* und *Panasci*, *Marinescu*, *Erik Müller* u. A. Da ohne Isolationspräparate die Frage der Art der Endigung der Nerven nicht sicher zu entscheiden ist, haben *A. Dogiel* und *Arnstein* (in Anat. Anz. X. S. 410) mit Hilfe dieser Methode an Methylenblaupräparaten festgestellt, dass die Nerven zum Theil sicher pericellulär an den Drüsenzellen enden. Nach *Arnstein* enden an den Speichelröhren, welche von einem engmaschigen Plexus umgeben werden, die Nerven wie in einem Epithel mit feinsten Fäden, welche nach vorausgehenden Theilungen bis nahe an das Lumen der Röhren vordringen. In den Alveolen sind der *Membrana propria* aufliegende epilemmale und dieselbe durchbohrende, hypolemmale Nervenfasern zu unterscheiden. Die ersteren bilden einen Plexus von feinen, mehr glatt erscheinenden Fäserchen, aus welchen durchbohrende hypolemmale Aestchen sich abzweigen, welche mit eigenthümlichen Enden an die Drüsenzellen sich anlegen. Die Enden erscheinen bei stärkster Vergrösserung körnig, wie mit seitlichen, da und dort zusammenfliessenden Knospen besetzt, mitunter so, dass der Eindruck einer kleinen siebartigen Platte entstehen kann. Dieser Art von Nervenendigung schreibt *Arnstein* eine allgemeine Bedeutung zu, die bei den verschiedenartigsten Drüsen sich findet. So weit meine eigenen vorzüglich an *Golgi*-Präparaten gemachten Erfahrungen reichen, konnte *ich* den Beschreibungen und Abbildungen von *G. Retzius* und der Mehrzahl der Autoren entsprechend, die feinsten Nervengeflechte in vielfachen Windungen und Schlängelungen die Alveolen umspinnen (Fig. 889) und da und dort in feine variköse Enden auslaufen sehen,

deren Endknöpfchen sich nicht wesentlich von den varikösen Anschwellungen im Verlaufe der anscheinend terminalen Fäserchen unterschieden (Fig. 890). Ich muss demnach den Angaben des ausgezeichneten russischen Forschers gegenüber annehmen, dass die wirklichen Nervenenden an den mir vorliegenden Präparaten nicht imprägnirt waren. Immerhin scheint es mir ein physiologisches Erforderniss, dass an den Alveolen der Drüsen eine doppelte Art von Nervenendigung vorhanden sei, nicht so sehr wegen der für die Speicheldrüsen längst konstatirten Thatsache, dass Reizung des Sympathicus eine ganz anders geartete Absonderung hervorruft, wie die Reizung des betreffenden cerebralen Nerven, als vielmehr mit Rücksicht auf den Umstand, dass *O. Drasch* (in Arch. f. Anat. u. Physiol.,

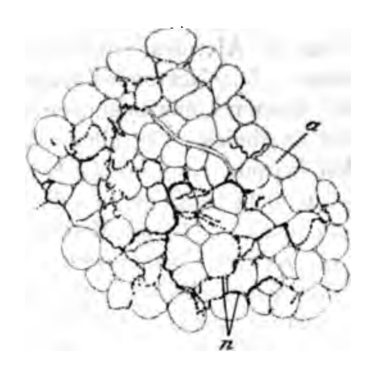


Fig. 889.

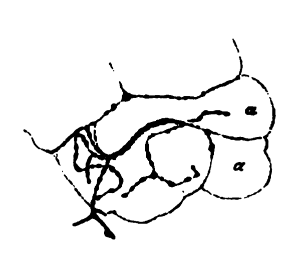


Fig. 890.

Phys. Abth. 1889) an den Nickhautdrüsen des Frosches direkt unter dem Mikroskop beobachten konnte, wie Reizung des Trigeminus, Kontraktion der Drüsen, Reizung des Sympathicus Vergrösserung der Drüsenzellen bewirkte. Würde es sich in diesem Falle um eine einfache Kontraktion durch Muskeln handeln, so bliebe räthselhaft, dass Reizung des Trigeminus und nicht jene des Sympathicus dieselbe veranlasst. Das an *Golgi*-Präparaten so regelmässig sich einstellende Bild einer epilemmalen freien Nervenendigung ist daher vielleicht doch kein, nur auf unvollständiger Imprägnation beruhendes Trugbild, sondern in der That eine zweite Art der Nervenendigung neben der hypolemmalen oder intercellulären.

Ausser den besprochenen Nervenendigungen kommen, wie *W. Krause* (in Zeitschr. f. ration. Med, XXIII) in der unteren Backendrüse des Igels und in der *Submaxillaris* der Katze gefunden hat, einfache Formen von *Pacini*schen Körperchen (Endkapseln der Drüsennerven) vor.

Fig. 889. Intralobuläre Nerven von der *Parotis* der Ratte. *Golgi*. Vergr. 85. *a* Alveolen; *n* Nerven. Nerven nur theilweise imprägnirt.

Fig. 890. Terminale Nervenfäden von der *Parotis* des Meerschweinchen. *Golgi*-Präparat. Vergr. 700. *a* Alveolen.

Von den Drüsen der Mundhöhle im Besonderen.

§ 224.

A. Von den Speicheldrüsen.

Die Ohrspeicheldrüse (*Gl. parotis*) ist eine reine Eiweissdrüse. Ihr Ausführungsgang von typischem Bau geht nach der interlobulären Verästelung in den Läppchen I. Ordnung in ein Geäste von Speichelröhren über, welche vermittelst ziemlich langer (0,12—0,5 mm) Schaltstücke mit den Alveolen sich in Verbindung setzen. Die Speichelröhren besitzen an der Stelle, wo die Schaltstücke von denselben abgehen, noch einen Durchmesser von 30—40 μ; die Schaltstücke verschmälern sich aber dann rasch auf etwa 12 μ bis 8 μ. Die Höhe der Epithelzellen beträgt nach *Chievitz* in den Speichelröhren 14 μ, in den Schaltstücken bei einem Durchmesser der Gänge von 25—8 μ nur mehr 8—2 μ; in den Alveolen dagegen 16 μ. Die Zellen der Schaltstücke sind niedrig, meistens länger als hoch und gehen unter allmählichem Höherwerden in jene der Alveolen über. Andeutungen von centroacinären Zellen, d. h. Zellen von Schaltstücken, welche in das Innere der Alveolen so eindringen, dass sie von Drüsenzellen aussen umlagert werden, konnte *ich* beim Menschen nicht sehen, wohl aber bei Thieren, insbesondere beim Meerschweinchen. Die Eigenschaften der Eiweisszellen der Parotis wurden bereits im § 219 ausführlich behandelt. Die Parotis des Menschen zeigt stets, nicht nur interlobulär, sondern auch im Innern der primären Läppchen zahlreiche Fettzellen. Die Parotis der Säugethiere stimmt in ihrem Baue mit jener des Menschen überein, nur ausnahmsweise, wie *R. Heidenhain* beim Hunde und *R. Krause* beim Meerschweinchen nachwies, sind einzelne schleimzellenhaltige Alveolen auch in dieser Drüse. Im Ausführungsgange finden sich nicht selten Becherzellen. Nach *S. Mayer* (in Anat. Anz. X. S. 182) kommt in der Parotis der Ratten und Mäuse ein Theil vor, welcher durch merklich grössere Drüsenelemente mit zwei Kernen oder Zellen mit Riesenkernen ausgezeichnet ist.



Fig. 891.

Die Unterkieferdrüse (*Glandula submaxillaris*) ist eine gemischte Drüse, welche vorwiegend aus Alveolen mit Eiweisszellen und zum kleineren Theile aus Alveolen mit Schleimzellen aufgebaut wird. Nach annähernden Schätzungen beträgt der Flächenraum, welcher an Schnitten von den letzteren eingenommen wird, höchstens den fünften Theil der überhaupt von Alveolen bedeckten Fläche. Der Hauptausführungsgang besitzt, wie *Koelliker* nachwies, nach aussen von einer unter dem Epithel gelegenen Doppellage von elastischen

Fig. 891. Schnitt von der Unterkieferdrüse bei einer Operation entfernt, fixirt nach *Van Gehuchten*. Hämatox., Eosin. Vergr. 140. *e* Alveolen mit Eiweisszellen; *h* Halbmonde; *s* Schaltstück in einen Alveolengang mit Schleimzellen sich fortsetzend; *sp* Speichelrohr; *sz* Alveolen mit Schleimzellen.

Fasern, eine schwache Lage von glatten Muskelzellen, welche der Länge nach ziehen. Zwischen den Cylinderepithelzellen des Ganges finden sich da und dort Becherzellen. Aehnlich wie in der Parotis geht der Ausführungsgang mit seiner interlobulären Verästelung ohne scharfe Grenze in die Speichelröhren mit charakteristischem Stäbchenepithel über, welche in den primären Läppchen ausschliesslich sich finden. In dem Stäbchenepithel wies *Solger* im centralen Abschnitte der Zellen gelbliche oder grünlich-gelbe Pigmentkörner und Pigmentschollen nach. Aus den Speichelröhren zweigen sich die Schaltstücke ab, welche, wie *Klein* zeigte, sich in doppelter Weise verhalten. Die einen gehen in die Alveolen mit Schleimzellen über, die anderen in jene mit Eiweisszellen. Die ersteren sind kürzer, mit spärlichen Verzweigungen, zwischen 36—65 μ lang und mit niedrigen, kubischen, 3—4 μ hohen Epithelzellen ausgekleidet. Die letzteren sind länger, reichlicher verzweigt und 60—150 μ lang. *Klein* fand das Epithel der Schaltstücke, welche in die Alveolen mit Eiweisszellen führen, niedriger und platt wie in der Parotis; *ich* kann dies nicht bestätigen. Das Epithel der Schaltstücke, welche zu Alveolen mit Eiweisszellen führen, scheint mir nicht wesentlich verschieden von jenem der Schaltstücke der Schleimalveolen zu sein. Nur ist der Uebergang des Epithels der Schaltstücke in die Schleimzellen ein plötzlicher (Fig. 891), während der Uebergang zu den Eiweisszellen ganz allmählich unter Höhenzunahme der Zellen erfolgt. Die Alveolen mit Eiweisszellen haben eine enge (2—3 μ) Lichtung und einen Querdurchmesser von 20—30 μ. Die Zellen erscheinen im frischen Zustande deutlich granulirt; die Körnchen der zertrümmerten Zellen variiren von unmessbarer Grösse bis zu Durchmessern von 2—3 μ. Häufig bemerkt man, wie auch *Solger* abbildet, eine innere körnige und eine äussere körnchenfreie Zone des Zellprotoplasmas. *Solger* beschreibt ausserdem in der peripheren, körnchenarmen Zone fädige Bildungen, welche zu mehreren parallel neben einander liegen (Basalfilamente). Da man ähnliche Bilder, wie *J. Schaffer* nachweist, auch an entleerten Schleimzellen findet, ist die Bedeutung dieser Basalfilamente zweifelhaft. *Erik Müller* (in Arch. f. mikrosk. Anat. XLV) findet Aehnliches in der Unterkieferdrüse der Meerschweinchen. An *Golgi*-Präparaten zeigen die Alveolen mit Eiweisszellen ausser dem centralen Lumen zierliche Sekretkapillaren, während sich in den grösseren Ausführungsgängen, sowie in den Speichelröhren nur die centralen Gänge, oder diese und ganze Zellen imprägniren. Die Alveolen mit Schleimzellen sind zum Theile von demselben Durchmesser, wie jene mit Eiweisszellen; erreichen aber auch Durchmesser bis 40 μ und mehr. Ihre Lichtung ist meistens ziemlich weit, bis 9 μ. Die Schleimzellen zeigen das typische Aussehen, färben sich gut mit Mucikarmin, weniger gut mit anderen Schleimfärbemitteln. An den Schleimalveolen finden sich typische Halbmonde mit Zellen von demselben Charakter, wie sie die Alveolen mit Eiweisszellen zeigen. Wie *Klein* richtig angiebt und in neuerer Zeit auch *Solger* und *R. Krause* fanden, setzen sich die Alveolen mit Schleimzellen in solche mit Eiweisszellen fort. Man überzeugt sich hiervon am sichersten an *Golgi*-Präparaten. Die Gänge mit Schleimzellen sind nur in ihrem centralen Lumen imprägnirt, ferner zeigen die Halbmonde Sekretkapillaren. Man sieht aber auch die Schleimgänge sich da und dort in Alveolen fortsetzen, welche mit reichlichen Sekretkapillaren ausgestattet, also Alveolen mit Eiweisszellen sind.

Während die Ohrspeicheldrüse auch bei den Säugethieren einen übereinstimmenden Bau wie beim Menschen zeigt, ist dies bei der Unterkieferdrüse nicht der Fall. Bei einigen Nagern, insbesondere beim Kaninchen, ist dieselbe eine reine Eiweissdrüse; nur höchst selten finden sich in derselben Schläuche mit Schleimzellen (*S. Mayer* l. c.). Auch beim Meerschweinchen, der Ratte und der Maus, dem Eichhörnchen, sowie beim Igel, welche Thiere übrigens z. Th. besondere Verhältnisse zeigen, ist die Unterkieferdrüse in der Hauptsache frei von Schleimzellen. Dagegen ist die seit den Entdeckungen *C. Ludwig*'s und *R. Heidenhain*'s so viel untersuchte Unterkieferdrüse des Hundes fast nur aus Alveolen mit Schleimzellen und Halbmonden zusammengesetzt und ähnliches auch gilt von der Katze. Ueber die Bedeutung der Halbmonde der Unterkieferdrüse des Hundes war bereits die Rede. Sie bestehen, wie die der Katze, aus Eiweisszellen. Ich füge hier noch ein Bild von einem möglichst naturgetreu bei starker Vergrösserung dargestellten Alveolengangende der Unterkieferdrüse der Katze bei, an welchem mitten zwischen den Eiweisszellen eines Halbmondes gerade am Ende einer Alveole eine zweifellos als solche kenntliche Schleimzelle eingelagert erscheint, ein allerdings nicht gewöhnliches, aber doch nicht gar so seltenes Vorkommniss. Bei der Katze kommen übrigens neben den Alveolen mit Schleimzellen und Halbmonden auch reichlich Schläuche vor, welche nur von schleimfreien Zellen ausgekleidet sind. Beim Pferde und Esel sind viele Läppchen der Unterkieferdrüse, wie *Renaut* bemerkt, den Parotisläppchen ganz ähnlich; es liegt also eine gemischte Drüse vor, wie beim Menschen.

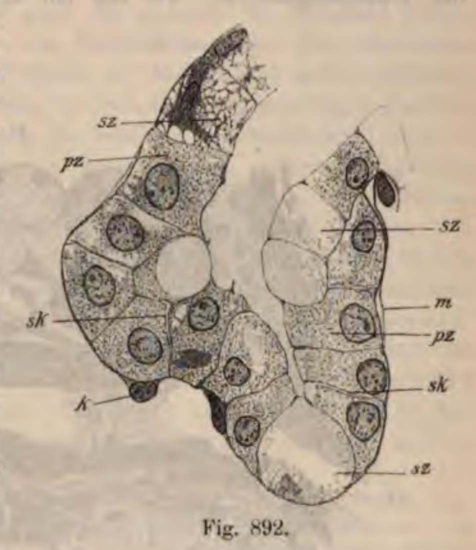


Fig. 892.

Im Innern der *Submaxillaris* des Kaninchens hat *Bermann* (in: Die Zusammensetzung der *G. submaxillaris* etc., Würzburg 1878) eine tubulöse, besondere Drüsenformation beschrieben, die ich auf Grund eigener Erfahrungen als durch Sekretstauung ausgeweitete Drüsenschläuche betrachte, wie dies *Kamocki* (in: Intern. Monatschr. f. Anat. u. Histol. Bd. I) zuerst ausgesprochen hat. Doch muss ich gegen *Kamocki Bermann* darin Recht geben, dass sich die tubulöse Masse der Kaninchendrüse von dem *Ductus submaxillaris* aus injiziren lässt. Was jedoch den von *Bermann* bei anderen Thieren beschriebenen tubulösen Antheil der Unterkieferdrüse betrifft, muss auf die bei der Unterzungendrüse folgenden Bemerkungen verwiesen werden.

Höchst merkwürdige Angaben über den Bau der Unterkieferdrüse der Thiere macht *R. Krause* (in Arch. f. mikr. Anat. 49). Während das Schwein, Schaf, die Gazelle, der Bär und die Affen (Macacus, Cercopithecus und Cynocephalus) im Ganzen ähnliche Verhältnisse ergaben, wie sie beim Hunde und der Katze bezw. beim Menschen bekannt sind, sollen die Mangusten (*Herpestes badius* und *leucurus*) im Gegensatze zu allen oben genannten Thieren Alveolengänge mit Eiweisszellen besitzen, welchen aus Schleimzellen bestehende Halbmonde seitlich und endständig aufsitzen. Um dieser Sonderbarkeit die Krone aufzusetzen, sollen ferner die Schleimzellen mit Sekretkapillaren ausgestattet sein, die Eiweisszellen aber nicht. Da die Unterscheidung von Schleim- und Eiweisszellen nur auf Grund von Färbemethoden gemacht wird, scheint mir ein neuer

Fig. 892. *Submaxillaris* der Katze. Sublimat, Hämatox. — Eisenlack. Stück eines Alveolenganges mit seitlichem und terminalem Halbmonde. Vergr. 900. *k* Kerne der *Membrana propria*; *m Membrana propria*; *pz* Randzellen; *sk* Sekretkapillaren; *sz* Schleimzellen.

Beweis vorzuliegen, dass die Schleimfärbemethoden nicht unbedingt verlässlich sind, ich kann mich aber namentlich mit Rücksicht auf die Sekretkapillaren nicht entschliessen, die Halbmonde der Mangusten im Gegensatze zu jenen aller anderen Thiere für Schleimzellen zu halten.

Die Unterzungendrüse (*Glandula sublingualis*) schliesst sich ihrem Baue nach sehr enge den Schleimdrüsen der Lippe, der Backe und der Zungenspitze an. Sie besitzt keinen einfachen Ausführungsgang, sondern besteht aus einer Reihe von Läppchen, welche mit 5—8 Ausführungsgängen (*Ductus sublinguales minores* oder *Riviniani*) gesondert die Schleimhaut durchbohren, während der grössere neben dem *Ductus submaxillaris* mündende *Ductus sublingualis* oder *Bartholinianus* nicht konstant ist. Gleich den Schleimdrüsen fehlt der Unterzungendrüse, wie *ich* mit *Chievitz* finde, ein charakteristischer



Fig. 893.

Theil des Gangsystemes, der in der Ohrspeichel- und Unterkieferdrüse in den Läppchen I. Ordnung einen verhältnissmässig bedeutenden Raum einnimmt, nämlich die mit Stäbchenepithel ausgekleideten Speichelröhren. Die wie in den anderen Speicheldrüsen mit Cylinderepithel ausgekleideten gröberen Verästelungen der Hauptausführungsgänge zerfallen noch zwischen den Läppchen in Zweige, welche mit 16—12 μ hohen Cylinderzellen ausgekleidet sind. Innerhalb der primären Läppchen gehen aus denselben weite Gänge hervor, welche mit kubischen Epithelzellen von 9—6 μ Höhe ausgekleidet sind und einen Durchmesser von 30—50 μ besitzen. In diesen Gängen sieht man erst vereinzelt oder gruppen-

Fig. 893. Unterzungendrüse vom Erwachsenen. Pikrinsublimat. Vergr. 500. *a* Terminaler Ausführungsgang nach unten sich theilend, der rechte in einen Alveolengang sich fortsetzend; *e* Alveole mit entleerten Schleimzellen; *s* Alveolen mit Schleimzellen; *s'* eine solche mit Randzellen nach unten; *sz* Schleimzelle zwischen den Epithelzellen des Ausführungsganges.

weise Schleimzellen auftreten, bis endlich das ganze Rohr von solchen ausgekleidet und nun der Uebergang zu dem eigentlichen Drüsenepithel erreicht ist. Diese Röhren zeigen anfänglich noch auf grössere oder geringere Strecken einen geraden Verlauf und können in diesem Abschnitte als Schleimröhren von den eigentlichen Alveolen, welche vielfache Knickungen und Biegungen, sowie seitliche Ausbuchtungen zeigen, unterschieden werden (Fig. 893). Der Durchmesser der Alveolen schwankt zwischen 25—65 μ, die Lichtung zwischen 5—30 μ, die Höhe der Zellen zwischen 10—17 μ. An reinen Querschnitten der Alveolen findet man in der Regel 8—10 Zellen um die kreisförmige Lichtung. Die Alveolen der Unterzungendrüse sind oft in ganzen primären Läppchen fast gleichmässig von Schleimzellen erfüllt, während in anderen sekretleere Alveolen mit sekreterfüllten regellos wechseln, oder auch die ersteren die Mehrzahl bilden. Trotz aller Aehnlichkeit mit Alveolen von Eiweissdrüsen sind die sekretleeren Schläuche der Unterkieferdrüse in der Regel an ihrer relativ weiten Lichtung und den an fixirten Präparaten nicht körnig, sondern mehr netzig-streifig erscheinenden Zellen zu erkennen. Doch können die Schläuche ausnahmsweise auch so enge Lumina zeigen, wie die Schläuche von Eiweissdrüsen, während umgekehrt gelegentlich auch einmal — in Folge von Sekretstauung — in einer Eiweissdrüse ungewöhnlich weite Alveolenlichtungen vorkommen. An Alveolen mit voll entwickelten grossen Schleimzellen findet man oft auf weite Strecken keine Halbmonde, während wieder in anderen Fällen die Halbmonde ziemlich zahlreich sind. Dass gerade in der Unterzungendrüse neben echten *Gianuzzi*schen Halbmonden auch ähnlich aussehende Bildungen vorkommen, welche im Sinne *Stöhr*'s als entleerte Schleimzellen zu deuten sind, wurde bereits in § 222 besprochen. Bei jugendlichen Individuen, namentlich aber bei Kindern in den ersten Lebensjahren ist die Zahl der Schleimzellen eine relativ geringere im Vergleiche mit den Drüsen der Erwachsenen.

J. Schaffer fand in einer Unterzungendrüse des Menschen einen grösseren Ausführungsgang, der theilweise mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet war, in welchem sich Gruppen von Schleimzellen befanden, die als intraepitheliale Drüsen bezeichnet werden müssen. Dieser Befund sowie ähnliche Vorkommnisse in den Ausführungsgängen von Schleimdrüsen der Zunge, des weichen Gaumens und der Speiseröhre erinnern an die intraepithelialen Drüsen, welche *Ranvier* (in Journ. de Micrographie T. XI, p. 392) in der Gaumenschleimhaut der Landschildkröte beschrieben hat und wird daher von *J. Schaffer* mit den ursprünglichen Zuständen der schleimabsondernden Drüsen bei den niedern Wirbelthieren in Beziehung gebracht.

Bezüglich der Unterzungendrüse der Thiere herrschte bis in die neuere Zeit eine ziemlich grosse Verwirrung, die sich nicht bloss auf die histologischen Strukturverhältnisse, sondern in erster Linie auf die rein anatomischen Fragen bezieht, indem verschiedene Autoren mit dem Namen *Gl. sublingualis* verschiedene Gebilde bezeichneten. *Bermann* hat beim Hunde, der Katze und dem Fuchse einen tubulösen Antheil der Unterkieferdrüse beschrieben, der, wie *Beyer* nachzuweisen sucht (in Die *Glandula sublingualis*. Diss. Breslau 1879), der *Gl. sublingualis* entspricht.

Reichel (in Morph. Jahrb. VIII) unterscheidet, wie *Leydig*, auf Grund vergleichend anatomischer Befunde vordere und hintere Unterzungendrüsen und *Chievitz* nennt jene Drüsen, welche mit langem Ausführungsgange nahe dem *Ductus submaxillaris* münden, *Gl. sublingualis*, dagegen jene Drüsen, welche mit kurzen Gängen selbständig münden *Gl. alveololinguales*. Dem entsprechend würde die menschliche Unterzungendrüse, je nachdem ihre Lappen mit einem langen Ausführungsgange (*Ductus sublingualis major s. Bartholinianus*) oder nur mit kurzen (*D. subl. minores s. Riviniani*) versehen sind, als *Gl. sublingualis* oder als *Gl. alveololingualis* bezeichnet werden, was indessen keinen

Anklang gefunden hat. Ziemlich unberührt von diesen in Deutschland geführten Erörterungen hat *Ranvier* die der *Submaxillaris* bei Thieren anliegende Drüse, deren Ausführungsgang mit jenem der *Submaxillaris*, aber stets unabhängig von demselben verläuft, als *Glandula retrolingualis* bezeichnet und als *Gl. sublingualis* jene Drüsen, welche vor der Kreuzung des *Ductus submaxillaris* mit dem *Nervus lingualis* am Boden der Mundhöhle liegen. Diese Namengebung, nicht aber die Abgrenzung der Drüsen nach der Lage zum *N. lingualis*, hat dann auch *Zumstein* (in: Ueber die Unterkieferdrüsen einiger Säuger. I. Marburg 1891), der den Gegenstand anatomisch gründlich bearbeitete, angenommen. Die histologischen Verhältnisse sollten in einem zweiten noch nicht erschienenen Theile besprochen werden. Die *Gl. retrolingualis* findet sich — von einheimischen Thieren — bei den Raubthieren, Insektenfressern, Fledermäusen, beim Schweine, Schaf und Rinde und bei den Nagethieren mit Ausnahme von Kaninchen und Hase. Ferner fehlt sie dem Pferde und dem Esel. Diese Angaben stimmen mit jenen *Ranvier*'s mit der Einschränkung überein, dass letzterer beim Schafe eine *Retrolingualis* nicht finden konnte. Ueber den histologischen Bau der *Retrolingualis* verdanken wir die meisten Angaben *Ranvier* (in Arch. de Phys. 3 Ser. T. VII u. l. c.). Sie ist nach seinen Beobachtungen bei der Ratte, dem Eichhörnchen, Meerschweinchen, dem Igel, Maulwurfe und der Fledermaus eine Schleimdrüse, beim Iltis, Hunde, bei der Katze und dem Schweine aber eine gemischte Drüse.

Wie *Boll* zuerst beim Meerschweinchen sah, allerdings die Schleimalveolen der *Retrolingualis* irrthümlich für Theile der *Submaxillaris* haltend, ist die *Retrolingualis* eine reine Schleimdrüse ohne Spur von Randzellen. Dagegen kommen bei der Ratte Randzellen vor, welche meistens nicht in Gruppen, sondern ganz vereinzelt stehen, ähnlich wie die Belegzellen der Magensaftdrüsen. Bei der *Golgi*-Imprägnation werden solche Randzellen von Sekretkapillaren umgriffen (Fig. 885). Sie sind daher wohl specifische Zellen und keine entleerten Schleimzellen. Wie weit bei Thieren die *Retrolingualis* Speichelröhren mit Stäbchenepithel enthält, bedarf noch genauerer Untersuchung; bei der Katze sollen sie nach *Beyer* fehlen, beim Hunde inkonstant vorkommen. Beim Meerschweinchen und bei der Ratte sind sie, wie ich sehe, vorhanden, ebenso nach *R. Krause* (l. c.) beim Igel. Ob die mit einem *Bartholin*'schen Gange versehene Sublingualdrüse des Menschen der Retrolingualdrüse der Thiere zu vergleichen ist, lässt *Zumstein* dahingestellt. Ein differenter Bau, je nachdem ein *Bartholin*'scher Gang oder nur *Rivini*'sche Gänge vorhanden sind, ist jedenfalls noch nicht nachgewiesen und kaum wahrscheinlich.

Ausser den besprochenen Speicheldrüsen finden sich bei Thieren noch die als Backendrüsen und Infraorbital- oder Orbitaldrüsen beschriebenen Speicheldrüsen, welche dem Menschen fehlen, bezw. nur durch kleine Schleimdrüsen, die *Gl. buccales* vertreten sind. Der Bau dieser Drüsen ist noch wenig bearbeitet. Die Orbitaldrüse des Hundes hat *Lavdowsky* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII) genau untersucht. Sie hat im Wesentlichen denselben Bau, wie die *Submaxillaris* des Hundes, ist also eine Schleimdrüse mit Randzellen.

Die *Orbitalis* des Kaninchens gehört dagegen dem Typus der Eiweissdrüsen an, ebenso, wie die *Submaxillaris* desselben Thieres. *Bärner* (in Arch. f. Thierheilk. Bd. 19) hat die Backendrüsen der Haussäugethiere untersucht und fand, dass die untere bei Rind, Schaf und Ziege eine Eiweissdrüse ist; die mittlere und obere dagegen Schleimdrüsen oder gemischte Drüsen sind. Die Backendrüsen des Pferdes und des Schweines sind nach ihm gemischte Drüsen. Ferner hat *Loewenthal* (in Anat. Anz. X) einige Mittheilungen über die Infraorbitaldrüsen gemacht, unter welchen die merkwürdigste wohl die ist, dass bei der Ratte ein Theil dieser Drüse Fett absondernde Alveolen besitzt. Da jedoch der Nachweis fehlt, dass diese Alveolen in der That mit in die Mundhöhle tretenden Ausführungsgängen in Verbindung stehen, so muss die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, dass es sich um einen Theil der in nächster Nähe gelegenen, aber in den Bindehautsack des Auges mündenden *Harder*'schen Drüse handelt, betont werden, umsomehr, als *Loewenthal* selbst die Uebereinstimmung mit der *Harder*'schen Drüse hervorhebt.

B. Von den kleinen acino-tubulösen Drüsen der Mundhöhle.

a) Eiweissdrüsen. Reine Eiweissdrüsen finden sich nur in der Zunge im Bereiche der *Papillae vallatae* und *foliatae* (*v. Ebner*'sche Drüsen) (Fig. 894 *A*). Sie fallen durch ihre mehr weisse Farbe im Vergleiche zu den Schleimdrüsen auf, wie *Koelliker* zuerst (Mikr. Anat. II. 2. S. 40) bemerkte; ihr feinerer Bau wurde von mir (in: Die acinösen Drüsen der Zunge, Graz 1873) genauer beschrieben. Sie finden sich um die *Papillae vallatae* bis in eine Entfernung von 3—5 mm vom Mittelpunkte der Papille und bis in eine Tiefe von 7—8 mm zwischen den Muskeln. Im Bereiche der hinteren Papillen berühren sich die Drüsen beider Zungenhälften, zwischen den vorderen Papillen bleibt in der Medianlinie ein drüsenfreier Raum. Im Bereiche der *Papilla foliata* finden sie sich von der Basis des Zungengaumenbogens 5—15 mm nach vorn in einem 3 bis 4 mm breiten Streifen und bis in eine Tiefe von 10 mm. Nach vorne gegen den Zungenrücken haben die Eiweissdrüsen mit seltenen Ausnahmen keine Schleimdrüsen vor sich; nach rückwärts stossen sie direkt an die Schleimdrüsen der Zungenwurzel an. Die Ausführungsgänge sind mit Cylinderepithel ausgekleidet, welches, wie *J. Schaffer* fand, durch das geschichtete Pflasterepithel als eine selbständige, das Lumen des Ganges auskleidende Lage bis zur Mündung zu verfolgen ist (Fig. 862). Ausnahmsweise finden sich Gänge, die in der Nähe der Mündung mit Flimmerepithel ausgekleidet sind. Sämmtliche Ausführungsgänge münden in die Gräben der *Papillae vallatae*, bezw. Furchen der *Papillae foliatae*; ausnahmsweise auch an der Oberfläche, in einer Grube der *Papilla vallata*. Von den Eiweisszellen dieser Drüsen war bereits in § 219 die Rede; Sekretkapillaren sind auf S. 48 dargestellt. Als eine seltene Variation fand *Schaffer* einzelne kleine Läppchen von gemischtem Charakter, in welchen neben Eiweisszellen auch Schleimzellen sich finden.

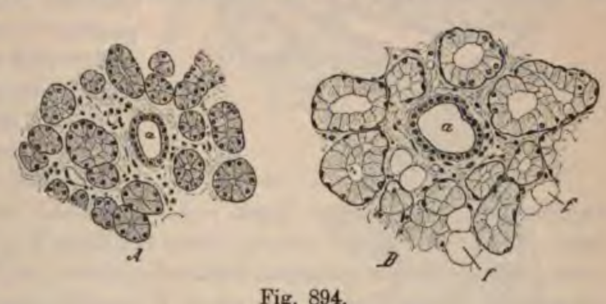


Fig. 894.

Wie beim Menschen halten sich die im Wesentlichen bei allen bisher untersuchten Säugethieren gleich gebauten Eiweissdrüsen der Zunge überall an die *Papillae vallatae* und *foliatae* und bilden gegen die Zungenspitze die Grenze der Zungendrüsen überhaupt, während sie gegen die Zungenwurzel und seitwärts mit den dort befindlichen Schleimdrüsen in direkter Berührung sind. Eine Uebersicht ihrer Anordnung an einem Querschnitte durch die beiden hinteren, der vier *Papillae vallatae* eines Affen mit den benachbarten Schleimdrüsen giebt Fig. 859. In sehr anschaulicher Weise hat *Podwisotzky* (Zungendrüsen, Dorpat, Diss. 1878) die Vertheilung der Schleim- und Eiweissdrüsen in der Zunge des Menschen und vieler Säugethiere schematisch abgebildet.

Fig. 894. Schnitt durch den hinteren Theil der Zunge. Pikrinsublimat, Hämat., Eosin. Vergr. 200. *A* Alveolen einer Eiweissdrüse. *B* Von einer Schleimdrüse der Zungenwurzel. *a* Ausführungsgänge im Querschnitte; *f* Fettzellen.

b) Schleimdrüsen.

α) Mit Halbmonden. Gemischte Schleimdrüsen.

Zu diesen im feineren Baue völlig mit der Unterzungendrüse übereinstimmenden Drüsen gehören:

1. Die Lippendrüsen, *Glandulae labiales* (Fig. 895), liegen zwischen der Muskellage und der Schleimhaut, sind sehr zahlreich und bilden einen fast zusammenhängenden Drüsenring um die Mundöffnung herum, der in 6 mm Entfernung vom rothen Lippenrande beginnt und ungefähr 13 mm Breite besitzt.



Fig. 895.

2. Die Backendrüsen, *Glandulae buccales*, finden sich weiter nach aussen, gedeckt vom *Buccinator* und noch weiter rückwärts in der Gegend des letzten Backzahnes (*Glandulae molares*).

3. Die Drüsen der Zungenspitze. An der unteren Seite der Zungenspitze, jedoch noch im Fleische des *Lingualis inferior* und *Styloglossus* liegen rechts und links zwei längliche, 14—22 mm lange, 4—7 mm dicke, 7—9 mm breite Drüsenhaufen, deren 5—6 Ausführungsgänge auf besonderen gelappten Schleimhautfalten neben dem *Frenulum linguae* ausmünden. Diese Drüsen hat schon *Blandin* genau beschrieben und *Nuhn* später der Vergessenheit entrissen. Ausnahmsweise können, wie *Henle* (Splanchnol.) bereits angiebt, einzelne Drüsenhaufen noch weiter hinten, am Seitenrande der Zunge vorkommen. Sie reichen bisweilen bis an die Eiweissdrüsen der Zunge heran und stimmen im Baue, wie *J. Schaffer* fand, mit den Drüsen der Zungenspitze überein.

β) Ohne Halbmonde. Reine Schleimdrüsen.

Die hierher gehörigen Schleimdrüsen zeigen entweder alle Alveolen gleichmässig mit Schleimzellen ausgekleidet, die allerdings nicht alle gleich intensive Schleimreaktion ergeben, aber in Grösse und Form wenig verschieden sind, oder es sind neben Drüschen mit sekreterfüllten Schleimzellen solche mit sekretleeren, stark verkleinerten Zellen, welche in ihrem Verhalten an Eiweisszellen erinnern. Die Ausführungsgänge sind oft stark erweitert, mitunter stellenweise, namentlich nahe den Mündungen mit Flimmerepithel ausgekleidet.

1. Die Gaumendrüsen, *Glandulae palatinae*. Die des harten Gaumens sind kleiner und gehen kaum über die Mitte desselben nach vorn, wogegen die des weichen Gaumens an der unteren Seite desselben ein mächtiges Drüsenlager bilden, das nach vorn 7—9 mm mächtig ist, gegen den freien Rand und das Zäpfchen hin jedoch etwas abnimmt und am Zäpfchen selbst, wo wieder grössere Drüsen auftreten, sich an die hintere Fläche desselben begiebt, ohne jedoch die Spitze zu erreichen. Die oft stark erweiterten Ausführungsgänge sind nicht selten mit Flimmerepithel ausgekleidet, wie zuerst *Klein* bemerkte. Die an der hinteren

Fig. 895. Lippendrüse. *Müller*'s Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 200. *a* Ausführungsgang; *a'* Gang mit entleerten Schleimzellen; *p* Alveolen mit Eiweisszellen und Halbmondbildungen; *s* Alveolen mit Schleimzellen.

Fläche des Zäpfchens gelegenen typischen Gaumenschleimdrüsen kommen dort in die unmittelbare Nähe der an der Hinterfläche des Gaumens befindlichen gemischten Drüsen des Respirationstraktes (siehe diesen), welche von wesentlich anderem Baue sind. Die drüsen- und muskellose Spitze des Zäpfchens ist von zahlreichen Blut- und Lymphgefässen durchsetzt, welche in ein lockeres Bindegewebe eingelagert sind. Die etwas komplizirten und individuell wechselnden topographischen Beziehungen der beiderlei Drüsen, welche *J. Schaffer* genauer darlegte, sind in der beistehenden Figur, in welcher die Gaumendrüsen mit *sd*, die gemischten Drüsen des Respirationstraktes mit *gd* bezeichnet sind, ersichtlich gemacht.

2. Die Drüsen der Zungenwurzel (Fig. 894 *B*). Sie bilden eine zum Theil sehr mächtige Lage unter den später zu beschreibenden Balgdrüsen, welche bis 9 mm Dicke zeigt und fast zusammenhängend von einer Gaumentonsille zur anderen sich erstreckt. Sie grenzen nach vorne an die Eiweissdrüsen der Zunge und stecken mehr weniger tief im Muskelfleische; ihre Ausführungsgänge sind bis 13 mm lang und münden, wie *E. H. Weber* zuerst gezeigt hat und *Henle* mit Unrecht als eine Ausnahme bezeichnete, häufig trichterförmig sich erweiternd in die Zungenbälge ein. Hier ist auch der Ort des *Ductus lingualis* zu gedenken, der inkonstant — *Kanthak* (in Journ. of Anat. Phys. Vol. 25) vermisste ihn in der Mehrzahl der Fälle — 5—10 mm weit vom *Foramen caecum* gegen das Zungenbein reicht. In der Umgebung des Ganges sind die Schleimdrüsen zahlreich, reichen dort auch nach *M. B. Schmidt* (in Festschr. f. *Benno Schmidt* Jena 1896) 10—15 mm tief unter die Schleimhautoberfläche und münden zum Theil in denselben ein. Der Gang selbst kann, wie *Bochdalek* jun. nachwies, Flimmerepithel enthalten und ebenso die in denselben einmündenden Drüsengänge. Es kommen aber auch frei an der Oberfläche mündende Ausführungsgänge zur Beobachtung, welche Flimmerepithel enthalten. Die Ausführungsgänge der Drüsen des Zungengrundes zeigen nicht selten cystische Erweiterungen; es kommen auch völlig abgeschnürte Cysten vor, welche mit Flimmerepithel ausgekleidet sein können. Wie weit hier normale oder pathologische



Fig. 896.

Fig. 896. Sagittaler, fast medianer Längsschnitt durch einen Theil des weichen Gaumens und das Zäpfchen. Vergr. 4. *a* Ausführungsgänge von Schleimdrüsen; *e* Elastische Fasern (mit Orcein gefärbt); *ff'* Flimmerepithel; *gd* Gemischte Drüsen; *ge* Pflasterepithel der vorderen Fläche, *g'e* der hinteren Fläche; *m* Muskelbündel; *s* Spitze der Uvula; *sd* Schleimdrüsen.

Zustände vorliegen, ist schwer abzugrenzen. Letztere werden von *M. B. Schmidt* (l. c.) ausführlich besprochen.

Bezüglich der entwickelungsgeschichtlichen Bedeutung des *Ductus lingualis* = *Ductus thyreoglossus* verweise ich auf *His* (Anatomie menschl. Embryonen III, Leipzig 1885) und auf *Kanthak* (l. c.), der die Beziehung des *Foramen caecum* und des *Ductus lingualis* zum *Ductus thyreoglossus* leugnet. Bemerkenswerth mit Rücksicht auf das Vorkommen von Flimmerepithel in den Gängen der Zungenwurzel ist die von *E. Neumann* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII, 1876) entdeckte Thatsache, dass bei menschlichen Embryonen ein medianer Streifen der Zungenwurzel zwischen *Foramen caecum* und Kehldeckel mit Flimmerepithel bedeckt ist und wird dieselbe von *E. Neumann* (in Fortschr. d. Med. Nr. 10, 1897) nun dahin gedeutet, dass wenigstens ein Theil des Epitheles des *Ductus thyreoglossus* aus diesem ursprünglichen Oberflächenepithel hervorgehe.

Litteratur.

Aus der sehr umfangreichen Litteratur über die tubulo-acinösen Drüsen wurden bereits im I. Bande dieser Auflage (S. 97) eine Reihe von Abhandlungen angeführt, auf welche, sowie auf die hier im Texte angeführten Schriften, hiemit verwiesen wird. Ausserdem seien noch erwähnt: *Cl. Bernard*, Recherches sur la structure des glandes salivaires in Mem. de la soc. de Biol. Tome IV; *R. Mayer*, Anat. Notizen in den Freiburger Berichten Nr. 13, 1859; *G. Asp*, Bidrag till spottkärtlarnes mikroskopiska anatomi, Helsingfors 1873; *M. Lavdowsky*, Zur feineren Anatomie und Physiologie der Speicheldrüsen, in Arch. f. mikr. Anat. 13. Bd. 1876; *O. Hebold*, Ein Beitrag zur Lehre von der Sekretion und Regeneration der Schleimzellen. Diss. Bonn 1879; *J. Bermann*, Die Zusammensetzung der *Gl. sublingualis* aus verschiedenen Drüsenformen. Würzburg 1878; *G. Beyer*, Die *Gl. sublingualis*. Diss. Breslau 1879; *M. Nussbaum*, Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen, in Arch. f. mikr. Anat. 13., 15., 16. u. 21. Bd. (1877—1882); *E. Klein*, On the lymphatic system and the minute structure of the salivary glands and pancreas in Quart. Journ. of microscop. science Vol. XXII, N. S. p. 154; *Erik Müller*, Ueber Sekretkapillaren, in Arch. f. mikr. Anat. 45. Bd. 1895; *Ph. Stöhr*, Ueber Randzellen und Sekretkapillaren. Ibid. 47. Bd. 1896; *J. Nadler*, Zur Histologie der menschlichen Lippendrüsen. Ibid. 50. Bd. 1897; *J. Schaffer*, siehe Mundhöhle; *Erik Müller*, Drüsenstudien II, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 65. Bd. 1898; *K. W. Zimmermann*, Beiträge zur Kenntniss einiger Drüsen und Epithelien, in Arch. f. mikr. Anat. 52. Bd. 1898, S. 552 (behandelt vorzüglich das Vorkommen von Centralkörperchen, Schlussleisten und Sekretkapillaren in den Drüsen und Epithelien des Verdauungs-, Respirations- und Urogenitaltraktes, sowie in den Thränen- und Schweissdrüsen).

Ueber die neuere Litteratur vergleiche *v. Brunn*, Verdauungsorgane in *Merkel* u. *Bonnet*, Ergebnisse d. Anat. etc. Bd. III, 1893, sowie die ausführliche Litteraturverzeichnisse enthaltenden Arbeiten von *B. Solger*, Ueber den feineren Bau der *Gl. submaxillaris* etc., in Festschrift zum 70. Geburtstage von *Carl Gegenbaur* II. Bd. S. 182 (1896); *R. Krause*, Beiträge zur Histologie der Speicheldrüsen, in Arch. f. mikr. Anat. etc. 49. Bd. 1897; ferner *A. Oppel*, l. c.

§ 225.

Von den Zungen- und Gaumenmandeln.

An der Rachenenge ist die Schleimhaut der Zungenwurzel bis an die Gaumenmandeln heran reichlich mit cytogenem oder adenoidem Gewebe durchsetzt. Dasselbe bildet eine fast zusammenhängende Schicht von den umwallten Papillen bis an die Epiglottis und bewirkt an der Oberfläche der Schleimhaut hügelartige, rundliche oder mehr flache, häufig zusammenfliessende Erhebungen von 1—4 mm Durchmesser (Fig. 897), in deren Mitte eine grubenförmige Ver-

tiefung sich findet, deren Mündung einen Durchmesser von 0,5—1 mm erreichen kann. Diese Gebilde sind die Balgdrüsen *Koelliker*'s oder Zungenbälge der neueren Autoren, die konglobirten Drüsen *Henle*'s, deren Gesammtheit als *Tonsilla lingualis* bezeichnet wird. Jede Balgdrüse ist von dem geschichteten Pflasterepithel überdeckt, das über die papillentragende Schleimhaut hinwegzieht. Das adenoide Gewebe reicht im Bereiche der eigentlichen Erhebung bis nahe an die Basalschicht des Epithels heran, doch bleibt die Grenze zwischen Epithel und unterliegendem Gewebe scharf ausgesprochen. Anders verhält sich jedoch der Hohlraum der Balgdrüsen, in dessen Bereich, wie *Stöhr* (in Biol. Centralbl. II. Bd. 1882) zuerst für die Hohlräume der Gaumentonsillen bestimmt nachwies, die Grenze zwischen Epithel und adenoidem Gewebe auf grössere oder

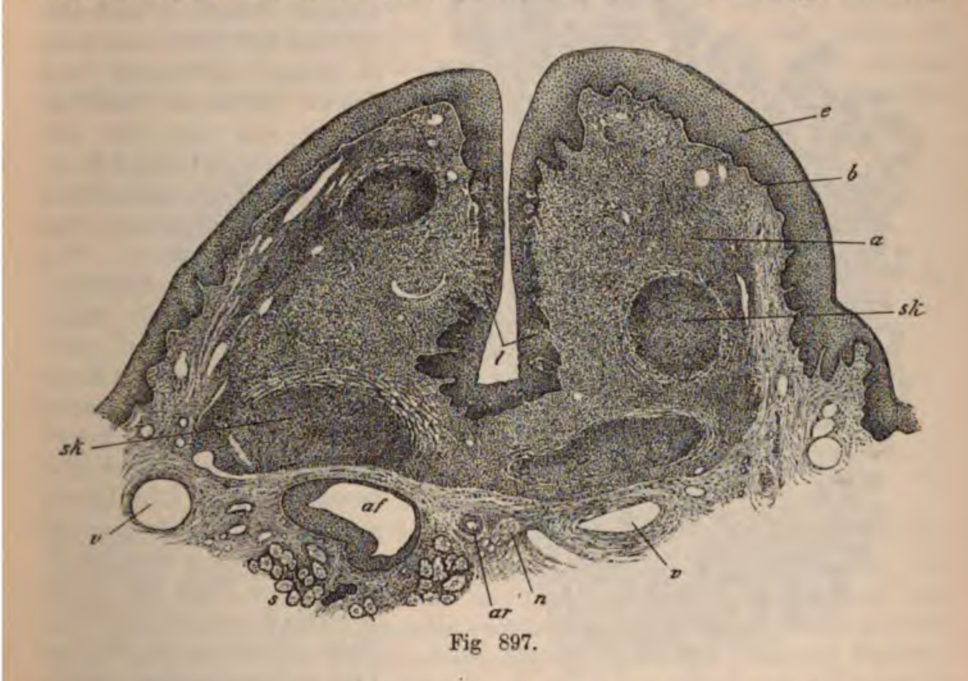


Fig 897.

geringere Strecken verwischt erscheint (Fig. 897 *l*, *l*), weil an solchen Stellen das geschichtete Pflasterepithel von massenhaft durch dasselbe durchwandernden Leukocyten durchbrochen wird. Leukocyten finden sich zwar da und dort auch im übrigen Epithel, doch sind es vorzüglich die Abhänge des in die Balgdrüse führenden Hohlraumes, in welchen die Durchwanderung des Epithels von Leukocyten zur Bildung von grösseren Lücken zwischen den Epithelzellen führt. Wie aus Fig. 898 ersichtlich wird, drängen die hier einkernigen Leukocyten die Epithelzellen auseinander, indem sie die Intercellularräume zwischen den Epithelzellen ausweiten und schliesslich an der Oberfläche letztere auch loslösen und

Fig. 897. Senkrechter Schnitt durch eine Balgdrüse der Zungenwurzel. Vergr. 40. *a* Adenoides Gewebe; *af* Ausführungsgang einer Schleimdrüse; *ar* Arterien; *b* Bindegewebe der Schleimhaut mit Papillen; *e* Epithel; *l* Epithel der Grube mit von Leukocyten durchwuchertem Epithele; *n* Nerv; *s* Alveolen einer Schleimdrüse; *sk* Sekundärknötchen; *v* Venen.

in das Innere des Hohlraumes dringen. So erklärt sich die bereits von *Koelliker* in der mikroskopischen Anatomie (II. 2. S. 46) angegebene Thatsache, dass der Inhalt der Hohlräume der Balgdrüsen und Mandeln „entweder aus losgestossenen Epithelzellen besteht, oder aus solchen mit Zellen und Kernen gemengt, die ganz mit denen übereinstimmen, die die Follikel in den Wänden der einzelnen Höhlen enthalten". Gegen die Tiefe grenzt sich das adenoide Gewebe ziemlich scharf vom umgebenden lockeren, fibrillären, reichlich Blutgefässe führenden Bindegewebe ab, ohne dass jedoch eine besondere Hülle, welche etwa der *Membrana propria* einer Drüse zu vergleichen wäre, nachweisbar wäre. Eingesprengt in das adenoide Gewebe in wechselnder Zahl und Grösse und meist in einiger Entfernung vom Epithel finden sich rundliche Körper von 0,2—0,5 mm Durchmesser, die Follikel *Koelliker's*, die Sekundärknötchen im Sinne *Flemming's* und der neueren Autoren. Wie die entsprechenden Bildungen in den Lymphdrüsen zeigen die Sekundärknötchen auch hier an fixirten und mit Kernfärbemitteln tingirten Präparaten eine hellere Mitte, welche an der Oberfläche durch eine besonders dichte Anhäufung von kleinen Lymphzellen abgegrenzt wird. Um diese Sekundärknötchen findet sich in der Regel ein konzentrisch zur Oberfläche verlaufendes System von Lücken (Lymphgefässe), welche durch zarte Scheidewände von einander gesondert sind (Fig. 897 *sk*).

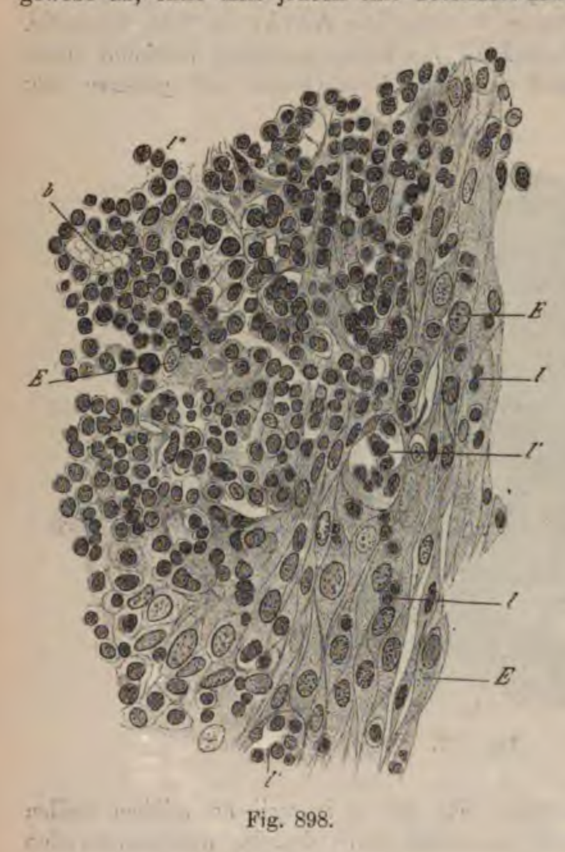


Fig. 898.

Unter den Balgdrüsen finden sich, eingelagert in das Bindegewebe und zwischen den Muskeln die bereits beschriebenen Schleimdrüsen der Zungenwurzel (S. 67), welche mit ihren Ausführungsgängen in die Hohlräume der Balgdrüsen einmünden.

Die Gaumenmandeln sind, wie *Koelliker* in seiner mikroskopischen Anatomie ausführt, nichts als ein Haufen von 10—20 zusammengesetzten Balgdrüsen. In der That ist der histologische Bau der Mandeln ein mit jenem der Balgdrüsen

Fig. 898. Die mit *l* links bezeichnete Stelle der in Fig. 897 abgebildeten Balgdrüse bei 500facher Vergrösserung. *E* Epithelzellen; *b* Blutgefäss; *l* Leukocyten, *l'* ebenso in grösseren Lücken des Epithels, *l''* ebenso das Epithel ganz verdrängend.

völlig übereinstimmender. Die Oberfläche ist mit einem auf Papillen ruhenden geschichteten Epithel bedeckt. Die Gruben oder Taschen der Tonsillen verhalten sich wie die Hohlräume der Zungenbälge; sie sind von einer Fortsetzung des geschichteten Epithels ausgekleidet, das ebenfalls in reichlichstem Maasse die Durchwanderung von Leukocyten erkennen lässt. Das adenoide Gewebe bildet die Wände der von Epithel ausgekleideten Taschen und deren Verzweigungen (Fig. 899 *a*). Zwischen diese, benachbarte Taschen subepithelial umkleidenden Belege von adenoidem Gewebe dringen von dem submukösen Bindegewebe her Septen von lockerem Bindegewebe (Fig. 899 *b*). Eingelagert in dem adenoiden Gewebe finden sich zahlreiche Sekundärknötchen (Follikel, Fig. 899 *sk*), von welchen zuerst durch *Flemming*'s Schüler *Drews* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 24) bei Thieren nachgewiesen wurde, dass sie, wie die analogen Bildungen in den Lymphknoten, zahlreiche Mitosen enthalten und als Keimcentren zu betrachten sind. An den Tonsillen des Schweines (Fig. 900), welche sich zur histologischen Untersuchung besonders eignen, findet man die Sekundärknötchen



Fig. 899.


Fig. 900.

an ihrer Oberfläche von einer isolirbaren faserigen Hülle, wie schon *Koelliker* hervorhob, umgeben. Beim Menschen ist dies jedoch nicht so deutlich. Die Sekundärknötchen zeigen besonders an ihrer dem Epithel zugewendeten Seite eine dichte Zone kleiner Lymphzellen, welche eine Dicke von 40—130 μ erreichen kann, während die den bindegewebigen Septen zugekehrten Seiten der Knötchen eine solche Zone oft kaum andeutungsweise besitzen. Das Innere der Sekundärknötchen enthält gewöhnlich einzelne oder Gruppen von Zellen, welche durch ihre Grösse und Form an Epithelzellen erinnern. In der Umgebung der Tonsillen finden sich reichlich Schleimdrüsen, welche zum Theil auch in die Taschen derselben einmünden (*Toldt*). Doch ist letzteres ein im Ganzen selteneres Vorkommen.

Fig. 899. Tonsille eines 15jährigen Knaben, vertikal durchschnitten. Vergr. $2^1/_4$. *a* Adenoides Gewebe; *b* Bindegewebe der Schleimhaut; *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *g* Buchten der Tonsille; *m* Quergestreifte Muskelfasern; *s* Schleimdrüse; *sk* Sekundärknötchen.

Fig. 900. Ein Stück der Tonsille des Schweines im senkrechten Durchschnitte. Vergr. 10. *a* Epithel der Mundhöhlenfläche der Tonsille; *b* Papillen der Schleimhaut; *c* Aeussere Fläche der Tonsille mit der Bindegewebshülle; *d* Mündungen der einzelnen Bälge; *e* Höhlungen derselben; *f* Epithel der Höhlungen; *g* Follikel in den Wänden der Bälge; *h* Bindegewebe zwischen den einzelnen Bälgen.

Was die Blutgefässe anlangt, so werden die Zungen- und Gaumentonsillen von aus der Tiefe kommenden arteriellen Stämmchen versorgt, welche für die Papillen der Schleimhaut, aber auch für das adenoide Gewebe, besonders für die Sekundärknötchen Kapillaren abgeben, welche sich in zahlreiche weite Venen sammeln. Die Lymphgefässe, von *Frey* (in Vierteljahrschr. d. Züricher naturf. Ges. Bd. 7, S. 410) genauer untersucht, umgeben die Sekundärknötchen mit ziemlich engen Netzen, welche epithelwärts schliesslich blind enden. An der Basis der Sekundärknötchen münden diese Gefässe in reichliche Netze, die sodann in der Hülle des Organes in klappenführende Kanäle übergehen. Auch *F. Th. Schmidt* hat diese Gefässe injizirt, doch stimmen seine Angaben nicht ganz mit denen von *Frey* überein.

Ausser in den Zungen- und Gaumentonsillen findet sich adenoides Gewebe auch noch an anderen Stellen der Mundhöhle, so insbesondere, was bereits *F. Th. Schmidt* bemerkte, an Zungenpapillen, wie auf S. 19, von einer *Papilla vallata* abgebildet ist, ferner am weichen Gaumen. Doch sind hier Sekundärknötchen nicht zu sehen.

Der eigenthümliche Bau der Tonsillen und Balgdrüsen der Zungenwurzel wurde schon im Jahre 1850 von *Koelliker* aufgedeckt, doch dauerte es volle zehn Jahre, bis die Wahrheit sich Bahn brach, indem noch im Jahre 1859 *Sachs* und *Reichert* diese Organe für traubenförmige Drüsen und *Böttcher* für pathologische Bildungen erklärten. Die wesentlichsten Ergänzungen von *Koelliker*'s erster Beschreibung waren folgende: Im Jahre 1855 (Handb. 2. Aufl.) beschrieb *Koelliker* Gefässe im Innern der Follikel (Sekundärknötchen) der Tonsillen, welche dann später auch *Billroth* auffand (Beitr. S. 133), der ausserdem auch das *Reticulum* im Innern schilderte, das von *Koelliker* als Netz von Bindesubstanzzellen aufgefasst wird. Ein zweiter Fortschritt, bei dessen Gewinnung namentlich *Huxley*, *Billroth*, *Henle* und *Schmidt* aus Kopenhagen, der in Würzburg diese Organe untersuchte, sich betheiligten, geschah dadurch, dass man nach und nach erkannte, dass die fraglichen Organe die eigenthümliche cytogene Bindesubstanz, die sie kennzeichnet, nicht immer in geschlossenen gutbegrenzten Blasen, sondern auch in formlosen Massen enthalten, die entweder zwischen den Follikeln (Sekundärknötchen) liegen, oder die Stelle einzelner derselben einnehmen, oder wie aus Verschmelzung mehrerer derselben hervorgegangen erscheinen. So stellte sich immer mehr die Aehnlichkeit dieser Organe mit den übrigen lymphdrüsenartigen Organen, den Follikeln des Darmes und der Milz, und der *Thymus*, sowie mit den Lymphdrüsen selbst heraus, auf welche *Koelliker* schon vor längerer Zeit aufmerksam gemacht hatte, und die später besonders von *Brücke* betont worden war.

Dass man die sogenannten Follikel der Zungenbälge und Tonsillen nicht ohne Weiteres den ganzen Rindenknötchen der Lymphdrüsen gleichsetzen darf, sondern jenen Bildungen, welche *Flemming* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 24) als Sekundärknötchen, bezw. Keimcentren bezeichnete — insoferne sie mit der mitotischen Vermehrung der Lymphzellen in Beziehung stehen — hat erst spät eingehendere Aufmerksamkeit erregt. Man bezeichnet, wie *Stöhr* (in *Virchow*'s Arch. Bd. 97) besonders betont, sowohl kompakte, dichte Leukocytenhaufen, als auch helle zellenarme rundliche Massen, mitten im adenoiden Gewebe, welche *Henle* als „kugelige Erweichungsherde" benannte, und welche den Sekundärknötchen *Flemming*'s entsprechen, als Follikel. Die Nichtunterscheidung dieser beiderlei Bildungen, auf welche im Kapitel Lymphdrüsen ausführlicher eingegangen werden soll, hat gerade bei den Tonsillen zu manchen Missverständnissen geführt. Insoferne als adenoides Gewebe in diesen Organen immer vorhanden ist, das sich gegen das umgebende fibrilläre Bindegewebe deutlich abgrenzt, kann von einem Fehlen desselben nie die Rede sein. Wohl aber können die Sekundärknötchen unter Umständen fehlen, welche nicht als pathologisch zu bezeichnen sind. Bei Neugebornen sind, wie neuerdings *Gulland* betont, die Sekundärknötchen noch sehr spärlich, bei älteren Kindern und jugendlichen Individuen sind sie ebenso, wie bei Thieren (Schwein, Schaf, Kaninchen etc.) regelmässig vorhanden. Doch können sie bei älteren Individuen (Fig. 901)

wieder fehlen, ohne dass jedoch das adenoide Gewebe ganz schwinden würde. Wie weit solche Differenzen auf regelmässigen physiologischen Vorgängen beruhen, wie sie bei Lymphdrüsen zum Theil direkt nachgewiesen sind, ist für die Tonsillen nicht festgestellt. Das Hauptinteresse bezüglich der Tonsillen konzentrirte sich in neuerer Zeit auf die Entwickelung derselben, indem *Retterer* (in Journ. de l'anat. phys. 1888) dem Befunde *Stöhr's* der Massendurchwanderung der Leukocyten durch das Epithel und der an den betreffenden Stellen dadurch verwischten Grenze von Epithel und adenoidem Gewebe eine andere Deutung zu geben suchte. Nach *Retterer* würde es sich um eine Einwucherung des Epitheles in das unterliegende Bindegewebe und nachfolgende Umwandlung der Epithelzellen in Leukocyten handeln; eine Annahme, die *Retterer* auch für die Lymphknoten des Darms aufstellt. In neuerer Zeit geht *Retterer* sogar so weit, das ganze adenoide Gewebe der Follikel, sowohl die Leukocyten als das *Reticulum* aus Epithelzellen abzuleiten, indem die centralen Theile der Epithelzellen sich mitotisch theilen und zu Rundzellen werden, während die peripheren Theile zu Bälkchen des *Reticulums* sich umwandeln, in welches ausserdem auch ganze Epithelzellen Aufnahme finden sollen, nachdem sie zu sternförmigen Gebilden geworden sind (in Verhandl. d. anat. Ges. 1897). So wenig es nun *Retterer* gelungen ist, die oben angeführten Angaben *Stöhr's* als unrichtig zu erweisen und eine Umwandlung von Epithelzellen in Leukocyten oder gar Reticulumzellen sicher zu stellen, so muss doch als erwiesen gelten, dass sich Haufen von Epithelzellen in den sich bildenden Gruben der Tonsillen abschnüren und dann von Leukocyten umwuchert werden. *Gulland* hat in den sich entwickelnden Tonsillen im adenoiden Gewebe konzentrisch geschichtete Epithelperlen gefunden, welche an analoge Vorkommnisse in der *Thymus* (siehe diese) erinnern. Damit ist wohl ein Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Schicksales von Epithelzellen in den Sekundärknötchen der Tonsillen gegeben und liegt kein Grund vor, mit *Retterer* die Follikel der Mandeln aus solchen abgeschnürten Epithelmassen hervorgehen zu lassen.



Fig. 901.

Bezüglich der physiologischen Bedeutung des massenhaften Durchwanderns der Leukocyten durch das Epithel sind bisher klare Vorstellungen noch nicht gewonnen worden; sicher ist aber, dass es sich um einen normalen Vorgang handelt, und die „Speichel- und Schleimkörperchen" nichts anderes, als durch das Epithel durchgewanderte Leukocyten sind.

Litteratur.

Ausser auf *Koelliker's* Mikr. Anat. II. Bd. 2. Hälfte und die älteren Auflagen dieses Handbuches sowie auf die allgemeine Litteratur über Lymphknoten sei auf folgende Arbeiten verwiesen:

Huxley, On the tonsillar follicles, in Micr. Journ. Vol. II. p. 74; *Gauster*, Unters. über die Balgdrüsen der Zungenwurzel. Wien 1857; *Sachs*, Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Mandeln, in *Müller's* Archiv 1859, S. 196; *G. Eckhard*, Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Tonsillen, in *Virchow's* Archiv Bd. XVII, S. 171; *A. Böttcher*, in *Virchow's* Archiv Bd. XVIII, S. 190 (Balgdrüsen der Zungenwurzel); *Billroth*, in Beitr. z. path. Histol. 1858 S. 131; *Asverus*, Ueber die verschiedenen Tonsillenformen etc., in Verh. d. Kais. Leop. Car. Akad. Bd. 29; *F. Th. Schmidt*, Das follikuläre Drüsengewebe der Schleimhaut der Mundhöhle etc., in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIII, S. 221; *Ph. Stöhr*, Zur Physiol. der Tonsillen. Biol. Centralbl. II. Bd. S. 368 und in *Virchow's* Arch. Bd. 97; *R. Drews*, Zellvermehrung in der *Tonsilla palatina* beim Erwachsenen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 24, S. 338; *E. Paulsen*, Ibid. S. 345;

Fig. 901. Senkrechter Schnitt durch die Gaumenmandel eines 45jährigen Mannes. Vergr. 2½. *a* Adenoides Gewebe; *b* Bindegewebe; *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *g* Gruben mit Epithel.

Scanes Spicer, The Tonsils etc. Lancet 1888, Vol. II; *E. Retterer*, Origine et évolution des amygdales etc., in Journ. de l'anat. et de la physiol. Année 24 (1888); *Ph. Stöhr*, Ueber Mandeln und deren Entw. Korrespondenzbl. f. Schweizer Aerzte Jahrg. XX, 1890 und Festschr. zur Feier des 50jähr. Doktorjub. *v. Naegeli* und *v. Koelliker* gew. von der Univ. etc. Zürich 1891; *G. Lovell Gulland*, The development of Adenoid Tissue, with special reference to the Tonsil and Thymus, in Laboratory Reports issued by the Royal College of Physicians Vol. III. Edinburgh 1891; *E. Retterer*, Du Tissu angiothelial des Amygdales, in Mem. de la Soc. de Biol. 1892; *Ph. Stöhr*, in Ergebn. d. Anat. u. Entwickelungsgesch. von *Merkel* u. *Bonnet* II. Bd. 1892; *E. Retterer*, Sur l'origine des follicules clos du tube digestif, in Verh. d. anat. Ges. IX, 1895; *Derselbe*, Histogenèse du tissu réticulé aux dépens de l'epithélium. Ibid. XI, 1897; *Ph. Stöhr*, Ueber die Entwickelung der Darmlymphknötchen etc., in Arch. f. mikr. Anat. Bd. LI, 1898.

§ 226.

D. Von den Zähnen.

Die Zähne, *Dentes*, sind harte, in die Alveolarfortsätze der Kiefer eingefügte Organe, die, obschon in ihrem Baue den Knochen zum Theil ganz gleich,



Fig. 902.

zum Theil nahe verwandt, doch ihrer Entwickelung zufolge als Schleimhautgebilde anzusehen sind.

An jedem Zahne unterscheidet man den eigentlichen Zahn und die Weichgebilde. Der erstere zerfällt in einen freien Theil, die Krone, *Corona*, und die in der Zahnhöhle befindliche ein- oder mehrfache Wurzel, *Radix*, über deren verschiedene Formen die Handbücher der Anatomie zu befragen sind, und enthält im Innern eine kleine Höhle, die Zahnhöhle, *Cavum dentis*, die, röhrenartig verlängert, *Canalis radicis dentis*, auch in die Wurzeln sich erstreckt und an der Spitze einer jeden mit einer einfachen, selten doppelten (*Havers*, *Raschkow*) feinen Oeffnung ausgeht. Zu den Weichtheilen gehört

Fig. 902. Backzahn des Menschen, etwa viermal vergrössert. 1. Der Länge, 2. der Quere nach durchschnitten. *a* Schmelz; *b* Zahnhöhle; *c* Cement; *d* Zahnbein mit den Zahnkanälchen.

einmal das Zahnfleisch, *Gingiva*, eine härtliche, von der Schleimhaut und dem Kieferperioste zugleich gebildete Masse, die den Uebergangstheil der Krone in die Wurzel oder den Hals des Zahnes, *Collum*, umgiebt, zweitens die Wurzelhaut oder das Periost der Zahnhöhle, welche den Zahn sehr fest mit der Alveole verbindet, endlich der Zahnkeim, *Pulpa dentis*, eine weiche, gefäss- und nervenreiche Masse, die die Zahnhöhle erfüllt und durch die Oeffnung an der Wurzel mit der Wurzelhaut zusammenhängt.

Der eigentliche Zahn (Fig. 902) besteht aus drei verschiedenen Geweben: 1. dem Zahnbeine, welches die Hauptmasse des Zahnes ausmacht und im Allgemeinen dessen Form bestimmt, 2. dem Schmelze, der einen ziemlich dicken Ueberzug an der Krone bildet, und 3. dem Cemente, das die Wurzel äusserlich überzieht.

§ 227.

Das Zahnbein oder Elfenbein, *Substantia eburnea*, *Ebur*, *Dentine* der Engländer (Fig. 902 *d*), ist gelblichweiss, auf dünnen Schnitten eines frischen Zahnes durchscheinend bis durchsichtig, getrocknet durch Luftaufnahme in besondere Röhren weiss, mit Atlas- oder Seidenglanz. An Härte und Sprödigkeit übertrifft dasselbe die Knochen bedeutend und ebenso das Cement, steht jedoch wiederum dem Schmelze nach. Dasselbe begrenzt mit Ausnahme einer ganz kleinen Stelle an der Wurzel, das *Cavum dentis* ganz allein, und liegt an einem unversehrten, nicht abgeschliffenen Zahne nirgends zu Tage, indem es auch am Halse desselben, wenn auch nur von dünnen Lagen von Schmelz und da, wo derselbe aufhört, von Cement überzogen ist.

Das Zahnbein besteht aus einer Grundsubstanz und vielen in derselben verlaufenden Röhrchen, den Zahnröhrchen, Zahnkanälchen oder Dentinröhrchen, *Canaliculi dentium*. Die Grundsubstanz besteht, wie in den Knochen, aus leimgebenden Fibrillen, welche in einer verkalkten Kittmasse eingelagert sind. Die Fibrillen sind an Schliffen schwer zu sehen; relativ leicht dagegen wahrzunehmen, wenn man jugendliche Zähne in 10—15%iger Kochsalzlösung, welcher man Salzsäure zugesetzt hat, entkalkt und von denselben dünne Schnitte oder, noch besser, von einer Schnittfläche abgeschabte dünne Blättchen untersucht. Die Fibrillen sind, wie im Knochen, von grosser Feinheit, höchstens 0,5 μ dick, von glattem Ansehen, unverzweigt, in Säuren und Alkalien, wenn diese in wässerigen Lösungen zugesetzt werden, quellend; in heissem Wasser sich verkürzend und bei längerem Kochen in Leim sich umwandelnd. Die Fibrillen sind ferner, wie alle leimgebenden Fasern, stark positiv doppelbrechend, und zeigen, wie die letzteren, die Eigenthümlichkeit, dass die positive Doppelbrechung durch Einwirkung von Phenolen in eine negative umgewandelt wird. Die leimgebenden Fibrillen des Zahnbeines verlaufen in der Längsrichtung des Zahnes und im Allgemeinen der Oberfläche des Zahnbeines parallel; genauer gesagt parallel der jeweiligen Oberfläche des Zahnbeines während der Bildung desselben. Da sich aber die Form des Zahnbeines während der Ausbildung des Zahnes fortwährend ändert, lagern sich die Zahnbeinfibrillen in Schichten ab, welche, je mehr die Ausbildung der Wurzel fortschreitet, um so mehr der Längsachse der Wurzeln konzentrisch verlaufen, während die zuerst gebildeten

Zahnbeinfibrillen Schichten bilden, welche der Oberfläche des Zahnbeines an der Krone parallel laufen. Den Verlauf der Schichten an einem Längsdurchschnitte eines Schneidezahnes giebt Fig. 903 wieder. In den einzelnen Schichten ziehen die Fibrillen hauptsächlich nach der Längsrichtung des Zahnes, jedoch kreuzen sich die Fäserchen in den Schichten unter spitzen Winkeln, welche im inneren Theile des Zahnbeins grösser, im oberflächlichen dagegen kleiner sind. Wie im Knochen bilden die Fibrillen der Grundsubstanz zunächst kleine Bündel von etwa 2—3 μ Durchmesser, welche man als punktirte Felderchen an Querschnitten

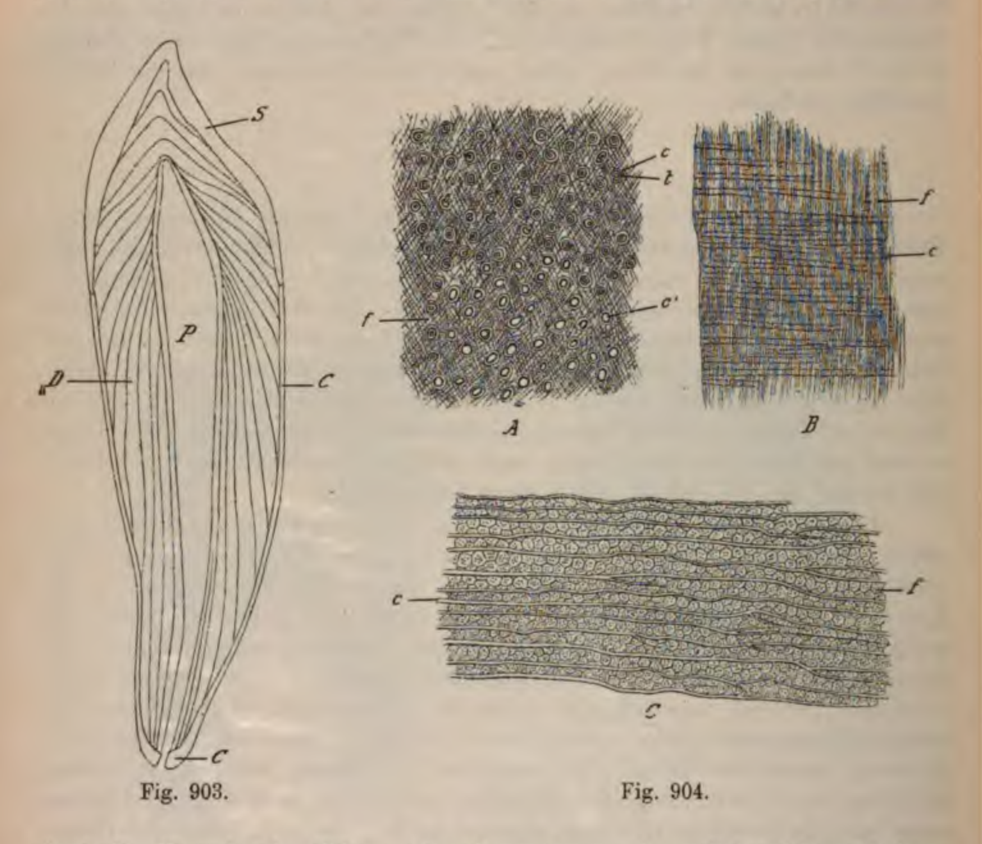


Fig. 903. Fig. 904.

durch die Wurzeln der Zähne wahrnehmen kann. An radialen Längsschnitten erscheinen die Faserbündel im Allgemeinen der Länge nach getroffen, während man an tangentialen Schnitten die Durchkreuzungen der Faserung wahrnehmen kann. Diese verschiedenen Bilder sind in Fig. 904 *A*, *B* und *C* dargestellt.

Fig. 903. Schema des Verlaufes der Zahnbeinlamellen im Längsschliff eines Schneidezahnes. *C* Cement; *D* Dentin mit den Linien, welche der Lamellenrichtung entsprechen; *P* Zahnhöhle; *S* Schmelz.

Fig. 904. Schnitte von in 15% NaCl und 5% HCl entkalktem Zahnbeine des Menschen. Starke Vergr. *A* Tangentialer, *B* radialer Längsschnitt, *C* Querschnitt. *f* Fibrillen in *C* zugleich Querschnitte der Bündel derselben; *c* Zahnkanälchen in *A*, dieselben oben mit den Querschnitten der *Tomes*'schen Fasern *t*, unten (*c'*) ohne dieselben.

Die durch die Fibrillenbündel des Zahnbeines aufgebauten Schichten haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den Lamellen des Knochengewebes; indessen unterscheidet sich der echte, lamelläre Knochen dadurch vom Zahnbeine, dass in demselben die aufeinander folgenden Lamellen einen wesentlich verschiedenen, oft senkrecht sich kreuzenden Verlauf der Fasern zeigen, was beim typischen Zahnbeine niemals der Fall ist. Mehr weniger deutliche Schichtung des Zahnbeines tritt in Form der sogenannten *Owen*'schen Contourlinien hervor, welche jedoch keineswegs regelmässig, wenigstens bei Menschenzähnen, zu finden sind. Die Contourlinien hängen mit der schichtweisen Bildung des Zahnbeines zusammen, werden aber nur dann deutlich, wenn der Verkalkungsprozess, wie dies häufig, ja man kann wohl sagen in der Regel, der Fall ist, nicht ganz gleichmässig stattfindet. Die Verkalkungsgrenze schreitet bei der Zahnbeinbildung nicht als eine einfache ebene Fläche fort, sondern (siehe unten) als eine Fläche, die mit zahlreichen halbkugeligen Vorsprüngen bedeckt ist. Treten nun periodisch unvollständig verkalkte Stellen im Zahnbeine auf, so erscheinen dieselben an Schliffen getrockneter Zähne als mit Luft sich erfüllende Räume, Interglobularräume (*J. Czermak*), welche von kugelig vorspringenden Theilen verkalkten Zahnbeines von 4—30 μ Durchmesser, den Zahnbeinkugeln *Koelliker*'s, begrenzt werden (Fig. 905). Falls nun diese Interglobularräume in deutlich schichtweiser Anordnung sich finden, stellen sie die *Owen*'schen Contourlinien dar, welche namentlich bei Thieren, insbesondere Cetaceen und Pachydermen (Zeuglodon, Dugong, Elephant), auch beim Wallrosse schön ausgebildet sich finden und bei fossilen Zähnen ein Zerfallen des Elfenbeines in Lamellen (*Owen*) veranlassen können. Ein sehr dichtes Lager sehr kleiner Interglobularräume findet sich bei Menschenzähnen fast ausnahmslos im Bereiche der Wurzel, nicht aber der Krone des Zahnes, nahe der Oberfläche, nur durch eine dünne, fast homogene Zahnbeinlage von dem anliegenden Cemente gesondert. Es ist dies die Körnerschicht (granular layer, J. Tomes), so genannt, weil an trockenen Schliffen die dicht gedrängten kleinen Interglobularräume und die dieselben begrenzenden Zahnbeinkugeln bei schwächerer Vergrösserung der Schicht ein körniges Aussehen geben (Fig. 906 *d*). Die nicht verkalkte Grundsubstanz der Interglobularräume zeichnet sich durch stärkere Widerstandsfähigkeit gegen Säuren aus und lässt sich, wie *Koelliker* (Mikr. Anat.) fand, durch Salzsäure isoliren. Die Zahnbeinkugeln, welche die Interglobularräume begrenzen, aber auch an der inneren Oberfläche des Zahnbeines gegen die Pulpa oft in grosser Ausdehnung sich finden (*J. Czermak*, *Koelliker*, *Wedl*), sind vielfach, namentlich von *J.* und *Ch. Tomes* und



Fig. 905.

Fig. 905. Ein Stückchen Zahnbein mit Zahnbeinkugeln und lufterfüllten Räumen (Interglobularräumen) zwischen denselben. 350mal vergr.

deren Schülern, sowie von *Walkhoff* mit den von *Rainey* und *Harting* künstlich dargestellten Calcosphäriten verglichen worden, wogegen jedoch nachdrücklich hervorgehoben werden muss, dass dieser Vergleich ganz unzulässig ist. Die Calcosphäriten haben einen radiär strahligen Bau; sie geben mit dem polarisirenden Mikroskop zwischen gekreuzten Nicol's untersucht, im parallelen Lichte ein dunkles Kreuz und vier farbige Quadranten. Von alldem ist bei den Zahnbeinkugeln keine Spur. Die letzteren geben im polarisirenden Mikroskop gar keine auffällige Erscheinung; es ist keine andere Doppelbrechung an ihnen bemerkbar, als jene, welche von dem Verlaufe der leimgebenden Fibrillen abhängt. Letzterer erleidet aber durch die Zahnbeinkugeln keinerlei Ablenkung, sondern geht, den oben geschilderten Gesetzen der Anordnung entsprechend, gleichmässig durch die Zahnbeinkugeln und die unverkalkte Interglobularsubstanz hindurch.

Die **Zahnkanälchen** (Fig. 904, 906) sind mikroskopische, 1,3—2,2 μ, an der Wurzel zum Theil bis 4,5 μ weite — letztere von *Erwin Hoehl* in neuerer Zeit als Riesenkanälchen bezeichnete — Röhrchen, welche mit freien Mündungen an der Wand der Zahnhöhle beginnen und durch die ganze Dicke des Zahnbeines bis an den Schmelz und das Cement verlaufen und die Contourlinien, bezw. Interglobularräume, ohne Unterbrechung durchsetzen. Ein jedes Kanälchen hat eine besondere, in ihrer Dicke dem Durchmesser desselben nachstehende **Wand**, die fast nur an querdurchschnittenen Kanälchen, jedoch auch da nicht immer, als ein schmaler, gelblicher Ring um sein Lumen zu erkennen ist,

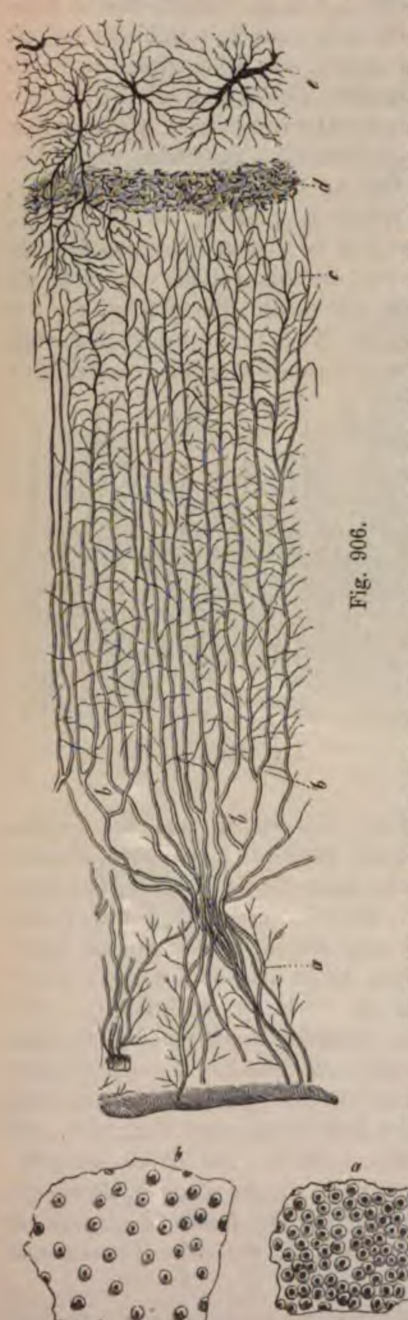


Fig. 906.

Fig. 907.

Fig. 906. Zahnkanälchen der Wurzel. 120mal vergrössert. *a* Innere Oberfläche des Zahnbeines mit spärlichen Röhren; *b* Theilungen derselben; *c* Endigungen mit Schlingen; *d* Körnige Schicht, bestehend aus kleinen Zahnbeinkugeln an der Grenze des Zahnbeines; *e* Knochenhöhlen, eine mit Zahnkanälchen sich verbindend. Vom Menschen.

Fig. 907. Querschnitt von Zahnkanälchen, so wie man sie gewöhnlich sieht. 450mal vergr. Vom Menschen. *a* Kanälchen sehr dicht stehend; *b* weiter voneinander.

an Längsansichten dagegen dem Blicke fast ganz sich entzieht. Die an Querschliffen sichtbaren, scheinbar dicken Wandungen der Kanälchen (Fig. 907) sind nicht die wirklichen Wandungen, sondern Ringe, die dadurch entstehen, dass man an den nie ganz feinen Schliffen die Kanälchen immer in einer gewissen Länge sieht, was bei ihrem spiralig gebogenen Verlaufe die Wandungen dicker erscheinen lässt, als sie wirklich sind. Bringt man an einem Querschnitte genau die Mündungen der Kanälchen in den Focus, so nimmt man statt der dunklen Ringe nur einen gelblichen, ganz schmalen Saum wahr und diesen hält *Koelliker* für die wirkliche Wand. Im Leben enthalten die Kanälchen, deren Wand verkalkt zu denken ist, einen hellen, weichen, aber zähen Inhalt, die von *Tomes* zuerst bestimmt gesehenen Zahnfasern, wie *Koelliker* sie nennt, und sind daher an frischen Stücken nicht so leicht zu sehen; anders in trockenen Schliffen, an denen die Zahnfasern eintrocknen und die Röhrchen mit Luft sich füllen, und einzeln bei durchscheinendem Lichte als schwarze Linien, bei Beleuchtung von oben als silberglänzende Fäden sich kund geben. Der ungemein grossen Zahl der Kanälchen wegen, die an vielen Orten so bedeutend ist, dass dieselben mit ihren Wänden sich fast berühren, erscheinen auch trockene Schliffe milchweiss und sind, wenn sie nicht ganz dünn sind, für die mikroskopische Untersuchung unbrauchbar, ausser wenn durch Zusatz einer beliebigen hellen, nicht zähen Flüssigkeit die Luft aus den Kanälchen vertrieben wird. Sehr instruktive Bilder erhält man durch Füllung der Zahnkanälchen mit Farbstoffen, ein Verfahren, das, von *Ranvier* zuerst für die Knochen angegeben, in neuerer Zeit vielfach angewendet wird (vergl. *J. Schaffer* in Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. Bd. X).

Der Verlauf der Zahnkanälchen zeigt gewisse bestimmte Verhältnisse, die am besten aus den Figg. 906 und 909 sich entnehmen lassen, und ist nicht geradlinig, sondern wellenförmig, genauer bezeichnet schraubenförmig (*Welcker*); ausserdem zeigen dieselben auch noch zahlreiche Verästelungen und Verbindungen. Ein jedes Kanälchen beschreibt in der Regel zwei grosse Ausbiegungen, welche zusammen eine Sförmige Linie bilden, deren erste Konvexität wurzelwärts, deren zweite kronenwärts gerichtet ist. Ausserdem finden sich eine sehr grosse Zahl (bis auf 200 auf 1''' *A. Retzius*) kleine Krümmungen, die bald stärker, bald schwächer ausgesprochen sind und nach *Welcker* fast durchgehends Schraubenwindungen darstellen. Die Verästelungen der Kanälchen (Figg. 906, 908) zeigen sich einmal als Theilungen und dann als wirkliche Abzweigungen. Die ersten finden sich sehr häufig nahe am Ursprunge der Röhrchen aus der Zahnhöhle und sind fast immer Zweitheilungen, so dass ein Kanälchen unter einem spitzen Winkel in zwei demselben an Breite fast gleichkommende zerfällt. Diese Theilungen können sich im Ganzen 2—5 mal, ja noch öfter wiederholen, so dass schliesslich aus einem einzigen Kanälchen 4, 8, 16 und noch mehr hervorgehen. Die nach diesen Theilungen schon engeren Kanälchen laufen dann einander ziemlich gleich und nahe beisammen gegen die Oberfläche des Zahnbeines hin und bieten mit Ausnahme der Wurzeln erst in der äusseren Hälfte oder im äusseren Drittheile wieder Verästelungen dar, die in der Wurzel mehr als feine von den Hauptröhrchen abgehende Zweige, an der Krone als gabelige Theilungen ihrer Enden erscheinen. Im letzteren Falle sind dieselben meist spärlich, anders im ersten, wo die meist dicht beisammenstehenden und unter rechten oder spitzen Winkeln von den Kanälchen abtretenden Aeste

denselben bald das Bild einer Feder, bald eines Pinsels geben, letzteres namentlich dann, wenn die Zweige länger sind und noch weiter sich verästeln. Je nach der Zahl der Verästelungen sind die Enden der Zahnröhrchen mehr oder weniger fein, häufig so sehr, dass sie nur noch als feinste, blasse Linien, wie Bindegewebsfibrillen, erscheinen und schliesslich dem Blicke sich entziehen. Wo dieselben deutlich sind, verlieren sie sich an der Oberfläche des Zahnbeines zum Theil in der *Tomes*'schen Körnerschicht, wo sie manchmal auch etwas erweiterte birnförmige Enden zeigen oder sie gehen in die innersten Theile des Schmelzes oder Cementes hinein, oder endlich sie hängen noch im Zahnbeine zu zweien schlingenförmig zusammen (Endschlingen der Zahnkanälchen). Die Zweige der Hauptkanälchen sind fast immer sehr fein, meist einfach, auch wohl verästelt und dienen, wie sich am schönsten an der Wurzel nachweisen lässt, wo dieselben ungemein zahlreich sind, um benachbarte oder auch entfernter stehende Kanälchen zu verbinden, welche Verbindungen entweder als einfache Querbrücken oder als in der Ebene der Längsachsen der Kanälchen liegende Schlingen auftreten. Der Verlauf der Zahnkanälchen ist in der Hauptsache senkrecht zum Verlaufe der Zahnbeinfibrillen und zeigt daher eine grosse Uebereinstimmung mit den Knochenkanälchen, welche, von den Knochenlakunen ausstrahlend, die faserigen Lamellen durchsetzen. Die feinen Seitenzweige der Zahnkanälchen gehen vorzüglich von den Konvexitäten der kleinen Wellenbiegungen ab und dringen zwischen die kleinen Bündelchen der Zahnbeinfibrillen ein, zur Sonderung der Bündel wesentlich beitragend. An der Oberfläche des Zahnbeines verhalten sich die letzten Ausläufer dieser Seitenzweige wie die gabelförmigen oder einfachen Enden der Hauptkanälchen, und enden entweder im Zahnbeine frei oder mit Schlingen oder gehen über dasselbe hinaus. Das Verhalten der Zahnkanälchen an der äusseren Oberfläche des Zahnbeines ist wesentlich verschieden im Kronen- und Wurzeltheile. Im Kronentheile erscheint die Oberfläche des Zahnbeines von zahlreichen, den *Howship*'schen Lakunen, an Resorptionsflächen der Knochen, ähnlichen Grübchen überdeckt, in welche der Schmelz mit halbkugeligen Vorsprüngen eingreift. An dieser grubigen Oberfläche, die übrigens nur bei den bleibenden Zähnen, weniger bei den Milchzähnen, deutlich ist, erscheinen nun die Zahnkanälchen vielfach wie abgeschnitten. Im Bereiche des Zahnhalses und der Wurzel zeigt dagegen das Zahnbein in der Regel eine glatte Oberfläche, unterhalb welcher die Mehrzahl der Haupt- und Nebenkanälchen blind oder schlingenförmig umbiegend endet; nur selten kommt ein Zusammenhang der Kanälchen des Cementes mit jenen des Zahnbeines vor. In neuerer Zeit hat *Lepkowski* (in Anat. Anz. VII) mit Unrecht die *Tomes*'sche Körnerschicht, bezw. die Interglobularräume derselben, als erweiterte Enden der Zahnkanälchen erklärt.



Fig. 908.

In frischen Zähnen fand *Pepys*, sowie nach neueren Untersuchungen *Kühns* (in Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1895) im Zahnbeine allein 10%

Fig. 908. Querschnitt durch die Zahnkanälchen der Wurzel, um ihre ungemein zahlreichen Verbindungen zu zeigen, 350mal vergr. Vom Menschen.

Wasser und nach *J. Tomes* verlieren Zähne nach Entfernung der Pulpa beim Trocknen $^1/_9$—$^1/_{17}$ an Gewicht, welcher Verlust wohl zum Theile auf Rechnung der in den Zahnröhrchen enthaltenen weichen Zahnfasern, zum Theile aber auf die Austrocknung der leimgebenden Fibrillen kommt. Die organische Grundlage der Zähne, die bei Behandlung derselben mit Salzsäure leicht erhalten werden kann, ist derjenigen der Knochen nahe verwandt und verwandelt sich beim Kochen leicht in Leim, doch giebt nach *Hoppe* (l. c.) der innere Theil des Zahnbeines des Schweines beim Kochen nur wenig Glutin, und bleiben namentlich die Zahnbeinkugeln (s. unten) ungelöst. Dieser sogenannte Zahnknorpel behält zugleich ganz die Form des Zahnbeines, und abgesehen davon, dass die Röhrchen schwer zu sehen sind, auch seinen inneren Bau. Erweicht man denselben in Säuren oder Alkalien, bis er ganz weich wird, so findet man die Grundsubstanz in Auflösung begriffen, dagegen die Zahnröhrchen mit ihren Wänden, den sogenannten Zahnscheiden von *Neumann*, in denen zum Theil noch Reste der Zahnfasern enthalten sind (Mikrosk. Anat. II. 2. Fig. 190), noch erhalten und leicht in Menge zu isoliren (Fig. 909). Bei noch längerer Einwirkung der genannten Mittel löst sich jedoch Alles auf. Ebenso stellen sich die Zahnscheiden auch einzeln dar nach lange fortgesetztem Kochen des Zahnknorpels (*Hoppe*). Glüht man Zähne, so bleiben die unorganischen Theile ebenfalls in der Form des Zahnes zurück, ebenso wenn man dieselben auskocht oder mit kaustischen Alkalien behandelt. Doch lässt sich an so behandelten dünnen Schliffen nachweisen, dass an Stelle der leimgebenden Fibrillen an trockenen Präparaten lufthaltige, feinste Röhrchen getreten sind, woraus hervorgeht, dass die unorganische Substanz nur zwischen, nicht aber in den Fibrillen abgelagert ist. Eine Ausnahme scheinen mir die senilen, transparenten Zähne zu machen, an welchen der Seidenglanz, ähnlich wie bei ausgekochten oder geglühten Zähnen, fehlt. Hier dürfte in der That eine wirkliche Verkalkung der leimgebenden Substanz nebst Atrophie der *Tomes*'schen Fasern (*Neumann, Walkoff*) vorhanden sein.

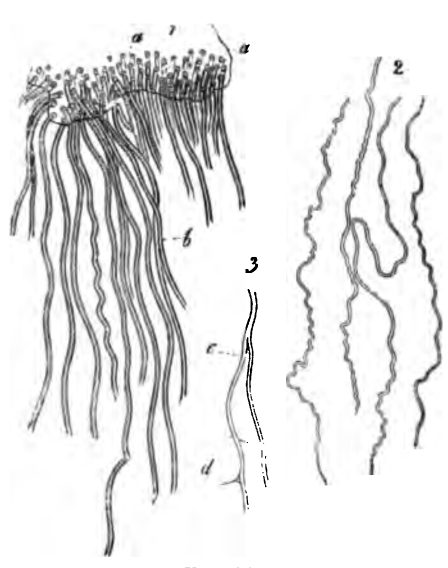


Fig. 909.

Der Seidenglanz des menschlichen Zahnbeines führte *Fr. Cuvier* auf die Vermuthung, dass das Zahnbein eine faserige Struktur besitze. Uebrigens hatte schon *Malpighi* eine solche angenommen und *Bichat* beschrieb eine Faserung, die im Allgemeinen nach der Längsrichtung der Wurzel gehe. Nach *Purkinje* und *Raschkow*

Fig. 909. Isolirte Zahnkanälchen des Menschen. 350mal vergr. 1. Aus den innersten Theilen des Zahnbeins. *a* Innerste Elfenbeinlamelle; *b* Röhrchen. 2. 3. Aus den äusseren Theilen; *c* Theilung an einem Kanälchen; *d* Reiserchen, die von demselben abgehen.

findet sich eine Faserung des Zahnbeines, welche senkrecht zu den Zahnkanälchen verläuft. Diese unseren jetzigen thatsächlichen Kenntnissen sehr nahe kommenden Annahmen wurden aber, als nicht hinreichend begründet, gänzlich verlassen. *Schwann* und *Henle* glaubten eine den Zahnkanälchen parallele Faserung des Zahnbeines nachweisen zu können. Die Unrichtigkeit dieser Annahme hat *Koelliker* bereits in der Mikr. Anat. (II. Bd. 2. Hälfte S 56) auseinandergesetzt.

Die hier beschriebene faserige Struktur des Zahnbeines wurde von mir zuerst im Jahre 1875 (Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz, Sitzber. d. k. Akad. in Wien Bd. LXXII) genauer dargelegt. Seitdem wurde die fibrilläre Struktur des Zahnbeines von *Ramón y Cajal* (Manual de Hist. 1887) selbständig beschrieben, von *J. Schaffer* (Sitzber. d. k. Akad. in Wien Bd. 99, 1890) im eigentlichen Elfenbeine der Elephantenzähne nachgewiesen und gezeigt, dass in fossilen Zähnen durch das Zugrundegehen der leimgebenden Fibrillen, wie beim Knochen, die Doppelbrechung sich umkehrt Endlich wurde die fibrilläre Struktur des Zahnbeines von *Mummery* (Philos. Transac. Vol. 182, 1891) selbständig aufgefunden. Meine Darstellung (in *Scheff*'s Handb. d. Zahnheilk. 1890), welche mit der hier gegebenen übereinstimmt, wurde auch von *C. Röse* (Dental Cosmos. Nov. u. Dec. 1893), *O. Walkhoff* (Atlas d. norm Hist. menschl. Zähne 1894) und *Erwin Hoehl* (Arch. f. Anat. Phys. Anat Abth. 1896) angenommen.

In neuerer Zeit stellte *C. Röse* (in Anat. Anz. Bd. XIV S. 53) die Behauptung auf, dass die feinen Seitenästchen der Zahnkanälchen ebenso, wie die feinen Ausläufer der Knochenlakunen nicht hohle Röhrchen, sondern unverkalkte Reste leimgebender Grundsubstanz seien, was jedoch, wie *Spuler* und *J. Schaffer* (Ibid. S. 289 und 429) betonen, nicht richtig ist und nur auf Trugbildern beruht, welche durch die von *C. Röse* angewendete Silberimprägnation hervorgerufen werden.

Nachdem *Koelliker* der erste gewesen war, der die Wandungen der Zahnröhrchen in grosser Ausdehnung für sich dargestellt hatte (Mikr. Anat. II. 2), liess er sich später, nachdem *J. Tomes* in jedem Zahnröhrchen eine weiche Faser beschrieben hatte verleiten, die von ihm dargestellten Röhren und diese Fasern für einerlei Bildungen zu halten (Dieses Handb. 4. Aufl.), gegen welche Zusammenstellung *E. Neumann* sich erhob und in einer trefflichen kleinen Schrift (l. i. c.) nachwies, dass die Zahnröhrchen besondere verkalkte Wände (Zahnscheiden *Neumann*) und im Innern eine weiche Faser (Zahnfasern, Fasern von *Tomes*) enthalten. Obschon *H. Hertz Kölliker*'s spätere, Auffassung sich angeschlossen hat, so konnte letzterer doch nicht umhin *Neumann* Recht zu geben. Die Beweise sind folgende: 1. Zerstört man an Schliffen durch Kochen in *Kali causticum*, oder an ganzen Zähnen durch lang fortgesetzte faulige Maceration die weichen Theile der Zähne, so lässt sich später nach dem Ausziehen der Salze die Zahnröhrchenwand durch die von *Koelliker* angegebenen Mittel doch noch darstellen, wogegen die Zahnfasern in keiner Weise mehr zur Anschauung zu bringen sind. — Hierher gehört auch, dass an fossilen Zähnen, wie *Hoppe* zuerst für die Gattung Rhinoceros nachwies und wie *Koelliker* für die Stosszähne des Mammuth bestätigt sah (Würzb. nat. Zeitschr. Bd. VI, S. XI), durch Säuren noch Zahnröhrchen ähnliche Elemente zu isoliren sind, welche, da solche Zähne ihre Weichtheile verloren haben, nur als verkalkt gewesene Wandungen der Röhrchen angesehen werden können 2. Die von *Koelliker* und *Neumann* isolirten Bildungen sind, wie ersterer von Anfang an ausgesprochen hat, z. Th. deutlich und bestimmt als Röhren zu erkennen (Fig. 909). 3. Untersucht man junges in Bildung begriffenes Elfenbein, so findet man, dass jede Bildungszelle eine weiche Faser in das Innere eines Zahnröhrchens hineinsendet (*Lent, Koelliker, Neumann*), und kann man (*Neumann*) durch Salzsäure neben diesen Fasern auch noch die Zahnscheiden nachweisen. 4. Dieselben Zellfortsätze sieht man auch noch an ausgebildeten Zähnen von den Zellen an der Oberfläche der Pulpa in die Zahnröhrchen hineinragen und erkennt man im Elfenbeine an entkalkten Zähnen die weichen Fasern an Längs- und Querschnitten in situ (*Neumann*). 5. Beim Zerzupfen von Schnitten von entkalkten Zähnen erhält man häufig die Zahnfasern am Rande vorstehend (*Tomes*), in welcher Beziehung jedoch zu beachten ist, dass auch die Zahnscheiden in dieser Weise sich frei hervorragend darstellen. Nehmen wir alles dieses zusammen, so kann, trotz der von *Römer* jüngst erhobenen Einwendungen, wohl nicht bezweifelt werden, dass die Darstellung *Neumann*'s die richtige ist und ist nun noch zu erwähnen, dass *Tomes* den Zahnfasern eine besondere Verrichtung zuschreibt und

sie ähnlich Nervenröhren zu der Sensibilität des Elfenbeines in Beziehung bringt. So auffallend auch diese Vermuthung sein mag, so verdient sie doch gewiss alle Beachtung, und verweise ich einerseits darauf, dass nach *J. Tomes*' Erfahrungen das Zahnbein eine grosse Sensibilität besitzt, die an seiner Oberfläche selbst grösser ist als in der Tiefe, anderseits auf die zahlreichen neuern Beobachtungen über den Kontakt von zelligen Elementen mit Nervenenden, die auch ergeben haben, dass die an der Oberfläche der *Pulpa* befindlichen und mit den Zahnfasern verbundenen Elfenbeinzellen (s. S. 98) mit Nervenenden in Berührung stehen.

An der Krone gehen die Zahnkanälchen nicht selten etwas in den Schmelz hinein (Mikr. Anat. II. 2. Fig. 192), was wie *J. Tomes* gezeigt hat, bei gewissen Thieren (*Rodentia, Marsupialia*) in ausgezeichnetem Grade sich findet (§ 228), und erweitern sich hie und da zu grösseren Höhlungen, die wohl mehr als pathologische anzusehen sind. Wirkliche Knochenlakunen finden sich im Zahnbeine nur selten und immer nur an der Cementgrenze (Fig. 906). Dieselben dürfen mit den Interglobularräumen, welche, wie *Koelliker* nachwies, nichts sind als Theile unverkalkter Grundsubstanz, nicht verwechselt werden, wie dies namentlich in älterer Zeit geschehen ist.

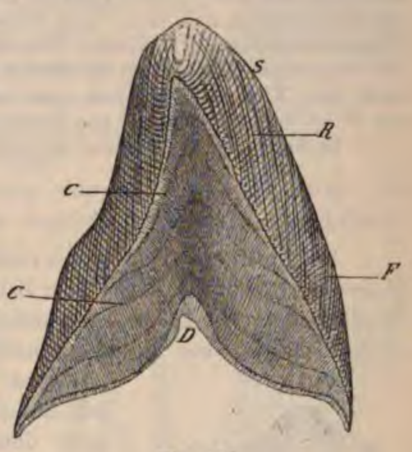


Fig. 910.

Die oben erwähnten Hauptbiegungen der Zahnkanälchen fallen an Längsschnitten der Zähne mit Linien zusammen, welche je nach der Stellung des Schnittes bezw. Schliffes gegen das Licht einen wechselnden Schimmer oder Seidenglanz zeigen. Man bezeichnet sie als *Schreger*'sche Linien, welche mit den *Owen*'schen Contourlinien nicht verwechselt werden dürfen. Da die Zahnbeinfibrillen senkrecht zu den Zahnkanälchen verlaufen, ändert sich an den Hauptbiegungsstellen der Zahnkanälchen auch die Verlaufsrichtung der Fibrillen. Diese plötzlich sich ändernde Richtung der leimgebenden Fäserchen bedingt den Schimmer der *Schreger*'schen Linien; derselbe verschwindet mit dem Seidenglanze, wenn man durch Glühen oder Auskochen der Schliffe die leimgebende Substanz zerstört. Es sind daher die *Schreger*'schen Linien nicht direkt von den Biegungen der Zahnkanälchen bedingt.

Das Zahnbein ist beim Menschen ein vollständig gefässloses Gewebe; nur ausnahmsweise, unter abnormen Verhältnissen, enthält dasselbe Blutgefässe. Bei Thieren, namentlich bei Knochenfischen, findet sich von reichlichen Blutgefässen durchsetztes Zahnbein, das sogenannte Vasodentin (*Owen*). Dem typischen Vasodentin der Knochenfische fehlen die Zahnkanälchen vollständig; gewissermassen dieselben ersetzend finden sich zahlreiche, Schlingen bildende, Blut führende Kapillaren. Wesentlich verschieden von dem eigentlichen Vasodentin ist eine andere Form gefässhaltigen Zahnbeines, welches *Ch. Tomes* als Plicidentin bezeichnet. Dasselbe kommt dadurch zu Stande, dass die Zahnpapille zahlreiche Faltungen und Fortsätze bildet, welche sammt ihren Gefässen rings von Zahnbein umschlossen werden, das im Uebrigen die Struktur des harten, gefässlosen Dentines zeigt. In höchster Ausbildung zeigt sich das Plicidentin bei den Zähnen der Labyrinthodonten. Einfachere Formen desselben kommen aber auch bei Säugethieren (Nagethiere, Wiederkäuer) vor und beim Menschen kann das sogenannte Ersatzdentin, d. h. Zahnbein, welches sich bei stark abgenützten Zähnen sekundär von der Pulpa aus bildet, unter Umständen um gefässhaltige, abgeschnürte Pulpabezirke sich ablagern und so an Plicidentin erinnern.

Fig. 910. Unbewurzelter bleibender Eckzahn vom sechsjährigen Kinde, Längsschliff. Vergr. 7. *C* Contourlinien; *D* Dentin; *F* *Schreger*'sche Faserstreifen (vertikal zur Oberfläche); *R* *Retzius*'sche Linien (schräg); *S* Schmelz. Nach einem Präparate von Dr. *O. Zsigmondy*.

Als Osteodentin bezeichnet *Owen* ein in der Pulpa gebildetes, gefässhaltiges, mehr weniger lamellirtes und von Knochenzellen durchsetztes, hartes Gewebe, das ausserdem auch Röhrchen enthält, welche Zahnkanälchen gleichen. *Ch. Tomes* sieht das Wesentliche des Osteodentins nicht in den von *Owen* angegebenen Charakteren, sondern darin, dass es sich um ein Gewebe handle, welches nicht von der Oberfläche eines Zahnkeimes, sondern im Innern der Pulpa selbst gebildet werde.

Da Dentin, welches im Innern eines Zahnkeimes, unabhängig von der oberflächlichen Odontoblastenschicht, nach Art von Knochenbälkchen mitten im Bildungsgewebe auftritt, die Struktur des typischen Zahnbeines mit Zahnkanälchen und ohne Knochenzellen haben kann, hat *C. Röse* (in Anat. Anz. Bd. XIV) für diese Form des Zahnbeines den Namen Trabeculardentin vorgeschlagen. Solches Trabeculardentin findet sich namentlich bei *Selachiern* z. B. *Myliobates*. Der Unterschied zwischen dem typischen Dentin der Zahnoberfläche und dem Trabeculardentin liegt nach *Röse's* Darstellung keineswegs in der Struktur, sondern nur darin, dass ersteres einseitig wächst, während die Bälkchen des Trabeculardentins ein allseitiges Wachsthum zeigen. Ob ein Gewebe durch einseitiges oder allseitiges Wachsthum entstanden ist, lässt sich aber, wie auch *Ch. Tomes* (in Anat. Anz. XIV. S. 343) betont, am fertigen Gewebe nicht immer bestimmt feststellen und es ist daher der Begriff des Trabeculardentins histologisch kaum verwendbar.

Bezüglich der Entwicklung des Dentins muss auf S. 110 und § 232 verwiesen werden.

§ 228.

Der Schmelz, *Substantia vitrea*, das Email, überzieht als eine zusammenhängende Schicht die Krone des Zahnes, ist an der Kaufläche und in der Nähe derselben am mächtigsten, und nimmt gegen die Wurzel immer mehr ab, bis er schliesslich und zwar an den einander zugewendeten Flächen der Kronen früher, später an den inneren und äusseren Seiten derselben mit einem bald scharfen, bald leicht zackigen Rande ganz dünn ausläuft. Die äussere Oberfläche des Schmelzes zeigt, abgesehen von gröberen, oft pathologischen Unebenheiten, an jugendlichen Zähnen eine feine, in horizontalen Linien um den Zahn laufende Streifung, welche *Leeuwenhoek* entdeckte. Man sieht die Streifen an trockenen Zähnen bei etwa zehnmaliger Lupenvergrösserung, wenn das Licht auf den horizontal liegenden Zahn von vorn und oben in der Richtung der Streifen einfällt (Fig. 911 *a*). Die Streifen machen einen ähnlichen Eindruck wie die Hautriffe an der Volarseite der Fingerspitzen; sie bestehen wie diese aus niedrigen Leistchen, zwischen welchen Furchen sich befinden. Diese Schmelzwülstchen stehen am dichtesten in der Gegend des Zahnhalses, wo *Czermak* 28—24 auf den dritten Theil einer Linie zählte, während weiter gegen die Krone nur 12—10 und an der Kaufläche, wo die Wülstchen undeutlich werden, nur 6—4 auf dasselbe Maass kamen. Die Schmelzwülstchen kommen nur den bleibenden Zähnen zu; den Milchzähnen fehlen sie (*Czermak*). An den letzteren sieht man nur unregelmässig vertheilte Grübchen. Ein zartes, von *Nasmyth* entdecktes



Fig. 911.

Fig. 911. Jugendlicher oberer Backenzahn, mit der Lupe gesehen. Links bei *a* die Schmelzwülstchen, rechts bei *b* die aus der Tiefe hervorschimmernden, breiteren *Schreger*'schen Faserstreifen.

Häutchen, das Schmelzoberhäutchen (*Koelliker*), deckt den Schmelz ganz zu, ist jedoch so innig mit ihm verbunden, dass es nur durch Anwendung von Salzsäure nachzuweisen ist. Eine ähnliche Haut soll nach *Berzelius* und *A. Retzius* zwischen der inneren meist unebenen Oberfläche des Schmelzes und dem Zahnbeine sich befinden, dieselbe ist jedoch nur ein Rest der hier reichlicheren Kittsubstanz der Schmelzprismen, welche gegen Säuren etwas widerstandsfähiger ist als im übrigen Schmelze. Der Schmelz ist bläulich, auf dünnen Schliffen durchscheinend, viel spröder und härter als die anderen Substanzen des Zahnes, so dass er vom Messer kaum angegriffen wird und mit dem Stahle Funken giebt (*Nasmyth*). Doch ist junger, eben gebildeter Schmelz schneidbar, womit übereinstimmt, dass derselbe nach *Hoppe* mehr organische Materie enthält. In chemischer Beziehung besteht der Schmelz überwiegend aus Erdsalzen, unter welchen das neutrale Calciumphosphat die Hauptmasse bildet, während die spärliche, organische, nicht leimgebende Substanz nur 3—5 % beträgt.



Fig. 912.

Der Schmelz ist stark negativ einachsig doppelbrechend (*Hoppe*). Die optische Achse entspricht der Längsachse der sogleich zu besprechenden Schmelzprismen; der Brechungsquotient des ordentlichen Strahles beträgt für die *Fraunhofer*sche Linie *D* 1,6277, der des ausserordentlichen annähernd 1,6234[1]) (*v. Ebner* in Sitzber. d. k. Akad. in Wien. Bd. 99). Noch nicht völlig ausgebildeter Schmelz ist dagegen positiv doppelbrechend und ebenso ausgebildeter Schmelz nach starkem Erhitzen (*Hoppe*). Der Schmelz der Beutelthiere (*Hypsiprymnus*, *Petaurus*) ist, wie *ich* gefunden habe (l. c.), auch bei erwachsenen Thieren positiv doppelbrechend.



Fig. 913.

Der Schmelz besteht, wie schon sein faseriger Bruch andeutet, durch und durch aus den sogenannten Schmelzfasern oder Schmelzprismen (Figg. 912, 913), meist fünf- oder sechseckigen, jedoch nicht ganz regelmässigen, langen, 3—6 μ breiten Prismen, die im Allgemeinen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich erstrecken und mit einer Endfläche auf dem Zahnbeine, mit der anderen an der Umhüllungshaut des Schmelzes ruhen. An Zähnen von Erwachsenen sind diese Elemente in der Quer- und Längsansicht sehr leicht zu sehen, dagegen kaum in grösserer Länge darzustellen, anders an jungen oder in der

[1]) In Folge eines Druckfehlers ist in meiner Arbeit in *Scheff*'s Handbuch diese Zahl fälschlich mit 1,5877 angegeben.

Fig. 912. Oberfläche des Schmelzes mit den Enden der Schmelzfasern. 350mal vergr. Vom Kalbe.

Fig. 913. Bruchstücke von Schmelzfasern nach sehr geringer Einwirkung von Salzsäure dargestellt. 350mal vergr. Vom Menschen.

Bildung begriffenen Zähnen, wo der Schmelz noch schneidbar ist. An solchen Prismen, deren Bruchenden zufällig zugespitzt sein können, daher man sie auch Schmelznadeln nannte, erkennt man zum Theil die Flächen und Kanten ganz gut, und ausserdem noch sehr häufig, namentlich durch Zusatz von etwas verdünnter Salzsäure, in Abständen von 3—4,5 μ aufeinanderfolgende, mehr oder weniger deutliche, von leichten Anschwellungen herrührende Querstreifen, die den Fasern eine gewisse Aehnlichkeit mit Muskelfasern oder noch besser mit aussergewöhnlich dicken Muskelfibrillen geben, und auf keinen Fall der Ausdruck der Zusammensetzung derselben aus Zellen sind. Lässt man die Salzsäure mehr einwirken, so werden die Fasern bald ganz blass, die Querstreifung geht verloren und es bleibt nichts als ein zartes Gerüst der früheren Fasern übrig, in dem man oft deutlich Röhren erkennt, welche Resten des die Prismen verbindenden Kittes entsprechen. Schliesslich zerfallen auch diese durch die Einwirkung der Säure fast ganz, woher es kommt, dass an mit Salzsäure behandelten Zähnen vom Schmelze fast nichts übrig bleibt, und derselbe nicht wie das Zahnbein seine Form erhält.

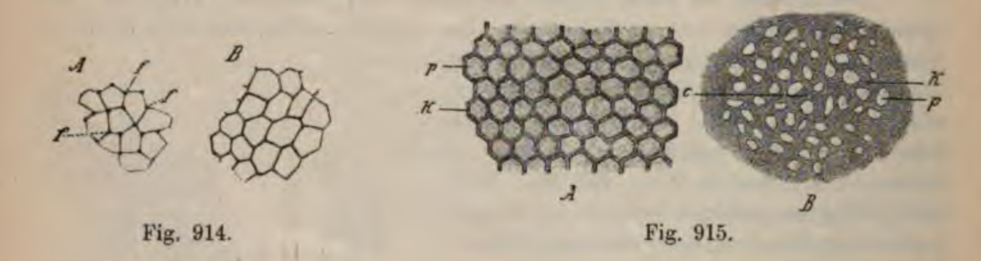


Fig. 914. Fig. 915.

Die Zusammenfügung der Schmelzfasern geschieht durch eine im Ganzen spärliche Zwischensubstanz und ist eine sehr innige. An noch nicht durchgebrochenen Zähnen, deren Kronen aber schon nahezu vollendet sind, wie eine solche Fig. 925 wiedergiebt, ist jedoch die unverkalkte Zwischensubstanz reichlicher und kann beim Entkalken mit Säuren die ganze Form des Schmelzes erhalten werden. Färbt man Schnitte von derartigem entkalktem Schmelze mit Congo, so sieht man die Zwischensubstanz sehr deutlich als zusammenhängendes Wabenwerk, wie dies in Fig. 914 dargestellt ist. Die Zwischensubstanz ist nahe an der Zahnbeinoberfläche viel reichlicher, die Prismen sind aber dort schmal und von unregelmässigem Umrisse (Fig. 915 *B*); an der freien Schmelzoberfläche ist dagegen die Zwischensubstanz spärlicher, die Prismen sind dagegen breiter und von meist sechseckiger Gestalt (Fig. 915 *A*). Davon, dass zwischen den

Fig. 914. Querschnitte von dem entkalkten Schmelz der Krone eines bleibenden Eckzahnes vom dreijährigen Kinde. *Müller's* Flüssigkeit, Salzsäure, Hämatox. Congo. Vergr. 700. *A* Querschnitt durch die Kittsubstanz nahe dem Zahnbeine mit Verdickungen *f* in den Ecken der Maschen. *B* Querschnitt der Kittsubstanz aus der Mitte des Schmelzes.

Fig. 915. Querschnitte der Schmelzprismen von einem mit Salzsäure schwach geätzten Querschliffe eines Mahlzahnes. Vergr. 500. *A* Nahe der Oberfläche; *B* nahe dem Zahnbeine; *c* Querschnitt eines Zahnkanälchens in der Kittsubstanz des Schmelzes; *k* Kittsubstanz; *p* Prismen.

Schmelzfasern regelrecht Kanälchen sich finden, kann keine Rede sein, doch giebt es allerdings nicht selten im Schmelze Höhlungen verschiedener Art. So namentlich die oben erwähnten Fortsetzungen der Zahnkanälchen in den Schmelz hinein und die durch Erweiterung solcher entstandenen länglichen Höhlungen an der Zahnbeingrenze (Fig. 916), ferner spaltförmige Lücken in den mittleren und äusseren Theilen des Schmelzes, welche den unten zu besprechenden *Retzius*'schen Linien angehören und wohl durch eine besondere Beschaffenheit der unverkalkten Zwischensubstanz bedingt sind.

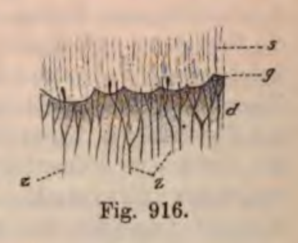


Fig. 916.

Besondere Fasern zwischen den Schmelzprismen, welche aus lebender Substanz bestehen und Seitenzweige in die Prismen abgeben sollen, wurden von *Heitzmann*, *Boedecker* und *Abbott* beschrieben. Diese Angaben beruhen jedoch, wie *ich* bestimmt glaube, auf einer irrthümlichen Deutung der Zwischensubstanz der Prismen und der Querstreifungen der Prismen, wie sie bei Einwirkung saurer Flüssigkeiten, welche die genannten Autoren zur Untersuchung benützten (Chromsäure, Goldchlorid) hervortritt.

Der Verlauf der Schmelzprismen ist ein sehr verwickelter, insbesondere an der Kaufläche. Im Allgemeinen verlaufen wohl alle Schmelzprismen durch die ganze Dicke des Schmelzes und die Schwierigkeit, welche bei dieser Annahme die Erklärung der Thatsache bietet, dass die freie Oberfläche des Schmelzes grösser ist als die dem Zahnbeine aufsitzende wird wohl durch den Umstand beseitigt, dass die Prismen gegen die freie Oberfläche hin allmählich dicker werden (Fig. 915). Immerhin ist der Beweis, dass alle Schmelzprismen durch die ganze Schmelzdicke gehen, nicht direkt zu führen, da eine vollständige Isolation derselben nicht möglich ist. Die Schmelzprismen verlaufen im Allgemeinen vom Zahnbeine weg eine kurze Strecke fast senkrecht zur Oberfläche, biegen dann im mittleren Theile des Schmelzes seitwärts ab und nehmen im äusseren Theile wieder eine zur Oberfläche nahezu senkrechte Richtung an. Diese Hauptbiegungen sind jedoch nicht genau in einer Ebene, sondern in Schraubenlinien, welche insbesondere an der Kaufläche sehr ausgesprochen sind (*Hannover*). Ausser den Hauptbiegungen zeigen die Prismen noch zahlreiche kleine Wellenbiegungen,

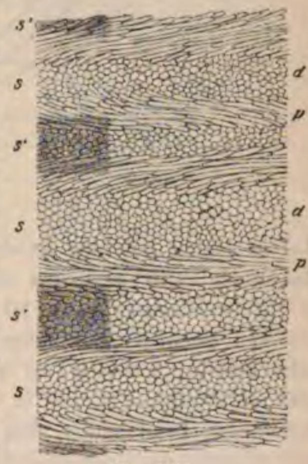


Fig. 917.

Fig. 916. Schliff durch die Grenze von Zahnbein und Schmelz von einem Schneidezahne. Vergr. 200. *d* Zahnbein; *g* Schmelzgrenze mit halbkugeligen Vorsprüngen gegen das Zahnbein; *s* Schmelz; *z* Zahnkanälchen zum Theil in den Schmelz eindringend.

Fig. 917. Längsschliff des Schmelzes eines Eckzahnes mit Salzsäure geätzt. Mittlere Schmelzlage. Auf der rechten Seite das Bild im durchfallenden, auf der linken im auffallenden Lichte gezeichnet. Vergr. 170. *d* Diazonien; *p* Parazonien; *s s'* *Schreger*sche Faserstreifen abwechselnd hell und dunkel.

ähnlich wie die Zahnkanälchen. Im Bereiche der seitlichen Theile des Schmelzes sind die Prismen zu Gürteln geordnet, welche rings um den Zahn verlaufend eine entgegengesetzte Verlaufsrichtung zeigen. Diese Gürtel sind 180—260 μ dick und treten schon bei Lupenvergrösserung bei geeigneter Beleuchtung an trockenen Zähnen hervor (Fig. 911 *b*), indem sie als abwechselnd dunklere und hellere Streifen aus der Tiefe unter den dichter stehenden Schmelzwülstchen durchschimmern. Fertigt man axiale Längsschliffe von Zähnen an, so erscheinen die Gürtel im auffallenden Lichte als abwechselnde hellere und dunklere Streifen, welche von *Hunter* und *Schreger* zuerst bemerkt, gewöhnlich als *Schreger*'sche Faserstreifen bezeichnet werden (Fig. 910 *F*). Das dunkle oder helle Aussehen der Faserstreifen hängt von der Stellung derselben gegen das einfallende Licht ab; durch eine Azimuthaldrehung von 180° wird ein heller Streifen dunkel und umgekehrt (*Czermak*). Eine genauere Untersuchung ergiebt, dass in den aufeinander folgenden Faserstreifen die seitlichen Biegungen der Prismen das eine

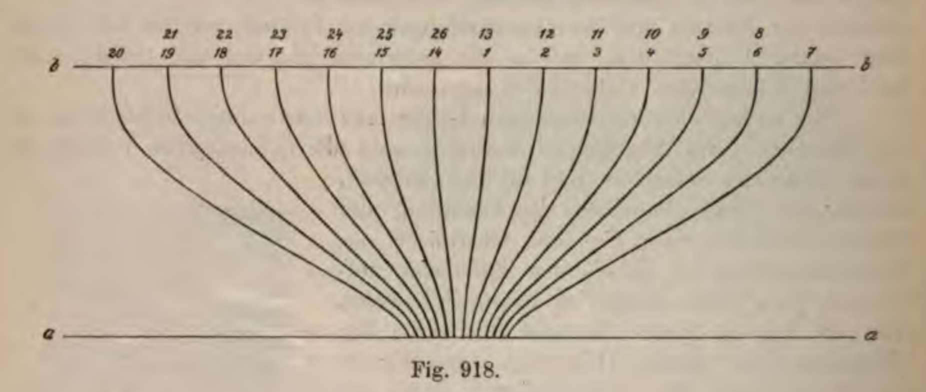


Fig. 918.

Mal in Bezug auf eine axiale Schnittebene des Zahnes nach rechts, das andere Mal nach links gewendet sind. Die Zahl der Prismen in einem Faserstreifen ist eine wechselnde, etwa 10—20. Die Biegungen der einzelnen Prismen in der mittleren Schmelzregion eines Gürtels werden gegen die Mitte des Gürtels immer mehr schräg, während sie gegen den Rand des Nachbargürtels sich mehr und mehr aufrichten, wie dies in dem beistehenden Schema (Fig. 918) dargestellt ist. Dementsprechend findet man bei stärkerer Vergrösserung an mit Salzsäure geätzten und dadurch die Prismencontouren deutlich zeigenden radiären Längsschliffen in der Mitte der Schmelzdicke die Prismen theils mehr der Länge, theils fast der Quere nach getroffen (Fig. 917). Die *Schreger*'schen Faserstreifen, wie sie sich im auffallenden Lichte zeigen, sind auf der linken Seite der Figur als abwechselnd dunkle und helle Abtheilungen dargestellt. Ihre Grenzen fallen stets ungefähr in die Mitte der mehr der Länge nach angeschliffenen Prismen.

Fig. 918. Schema des Verlaufes der Schmelzprismen zweier aufeinander folgender Schmelzgürtel (*Schreger*'sche Streifen des Längsschliffes in Fig. 917) in der Projektion auf den Querschliff eines Zahnes. *a a* Zahnbeingrenze; *b b* Schmelzoberfläche; *1—13* Die Verlaufsrichtungen der aufeinander folgenden Prismenlagen eines Gürtels; *14—26* Ebenso vom nächstfolgenden Gürtel.

Die *Schreger*'schen Faserstreifen sind daher nicht dasselbe, wie die von *Preiswerk* in neuerer Zeit als Diazonien und Parazonien beschriebenen Abtheilungen der Mittelschichte des Schmelzes, unter welchen derselbe einerseits Gürtel von quer- (Fig. 917 *d*), anderseits Gürtel von längsdurchschnittenen Prismen (Fig. 917 *p*) versteht.

An den Höckern der Krone zeigen die *Schreger*'schen Faserstreifen einen sehr komplizirten Verlauf und erscheinen in Form von offenen Kurven, deren Scheitel gegen das Zahnbein gewendet ist (vergl. Fig. 910). Die Ueberkreuzungen und Biegungen der Schmelzprismen haben ohne Zweifel eine mechanische Bedeutung, wie *Koelliker* bereits in seiner mikroskopischen Anatomie hervorgehoben hat und wie *Grasset* (in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 8. Bd.) näher für Thierzähne auseinandersetzte.

Von wesentlich anderer Bedeutung als die Faserstreifen sind die von *A. Retzius* zuerst genauer beschriebenen bräunlichen Parallelstreifen, welche den Schmelz in schräger Richtung durchsetzen (Fig. 910 *R*), während die *Schreger*'schen Faserstreifen, wenigstens an den Seitentheilen des Schmelzes, fast senkrecht zur Oberfläche verlaufen. Die *Retzius*'schen Parallelstreifen zeigen an radialen Längsschliffen eine Neigung von 15—30° gegen die Oberfläche und einen Verlauf, der, ähnlich den Contourlinien des Zahnbeines, der allmählichen Ablagerung des Schmelzes entsprechend sich darstellt. Dies geht besonders deutlich aus den Befunden bei kongenitalen Schmelzdefekten hervor, welche wie *O. Zsigmondy* (Transact. of the World's Columbian Dental Congress, Chicago 1894) gezeigt hat, Unterbrechungslinien der Schmelzablagerung erkennen lassen, die den *Retzius*schen Streifen parallel laufen. Die *Retzius*schen Streifen erscheinen an senkrecht zur Längsachse der Zähne geführten Querschliffen als konzentrische, zur Oberfläche parallele Linien, welche indessen selten rings um den Zahn laufen. Die Streifen sind ferner stets am deutlichsten nahe der freien Oberfläche des Schmelzes, während sie sich nach der Tiefe, in den mittleren und tiefsten Schichten des Schmelzes, in der Regel verlieren. Man kann die Streifen als feine — Contourstriche (*Preiswerk*) und vereinzelt als breitere — Contourbänder (*Preiswerk*) unterscheiden. Erstere sind an das Vorhandensein der Schmelzwülstchen gebunden (Fig. 919), enden an der Oberfläche des Schmelzes zwischen diesen und finden sich wie die Schmelzwülstchen nur an den bleibenden, nicht an den Milchzähnen. Breitere, mehr unregelmässig vertheilte *Retzius*'sche Streifen sind aber auch an Milchzähnen vorhanden. Die bräunliche Farbe der Streifen rührt nicht, wie *Hertz*, *Wedl* und in neuerer

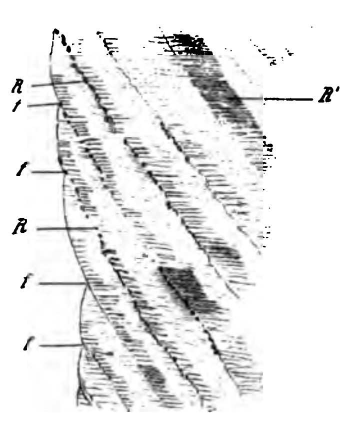


Fig. 919.

Fig. 919. Radialer Längsschliff der Schmelzoberfläche nahe am Zahnhalse vom bleibenden Eckzahne. Vergr. 200. *R* *Retzius*'sche Linien mit abgebrochenen Schmelzprismen; *R'* *Retzius*'scher Streifen aus der Tiefe durchschimmernd; *f* Furchen zwischen den Schmelzwülstchen.

Zeit *Williams* annehmen, von Pigment her, denn die Streifen erscheinen — wie besonders *Kollmann* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIII) betont — nur im durchfallenden, nicht aber im auffallenden Lichte braun; im letzteren vielmehr bläulich weiss. An trockenen Zähnen erscheint die Kittsubstanz zwischen den Schmelzprismen im Bereiche der Streifen von Gasbläschen mehr weniger erfüllt und sie sind es, wie *Baume* zuerst ausdrücklich hervorhebt, welche die braune Farbe bedingen. Ausser dem Gasgehalte der interprismatischen Substanz sind es ferner an Schliffen muschelig abgebrochene, reihenweise in den Linien sich folgende Prismenenden, welche in den feinen *Retzius*'schen Linien wesentlich wirksam sind (Fig. 919). An feuchten Zähnen treten die *Retzius*'schen Streifen, soweit sie an Schliffen nicht durch abgebrochene Prismenreihen bedingt sind, weniger deutlich hervor, da in denselben die am trockenen Schliffe gashaltigen Stellen mit Flüssigkeit erfüllt sind, die aber im durchfallenden Lichte, wegen des hohen Brechungsquotienten der Prismen, ebenfalls eine schwache Färbung veranlasst. Mit Rücksicht auf diese Thatsachen sehe *ich* als wesentlich für das Auftreten der Streifen eine grössere Menge von nicht verkalkter, interprismatischer Zwischensubstanz an, wozu noch bei den bleibenden Zähnen eine besondere Anordnung der oberflächlichen Prismenenden kommt, welche mit dem Vorhandensein der Schmelzwülstchen in Zusammenhang steht.

Das Schmelzoberhäutchen, *Nasmyth*'s membrane der Engländer, ist eine 0,9—1,8 μ dicke, an der dem Schmelz zugewendeten Fläche häufig mit kleinen, die Enden der Schmelzfasern aufnehmenden Grübchen versehene, verkalkte gleichartige Haut, die durch ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen chemische Mittel sich auszeichnet und so zu einem trefflichen Schutze der Zahnkronen wird. Dieselbe verändert sich beim Erweichen in Wasser nicht und löst sich ebensowenig beim Kochen in Wasser, starker Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure, nur wird sie in letzterer gelb. In kohlensauren Alkalien und kaustischem Ammoniak bleibt sie unverändert. Mit kaustischem Kali und Natron gekocht wird sie weiss und etwas aufgelockert, bleibt aber zusammenhängend; nach der Behandlung mit Kali giebt Salzsäure eine Trübung, die bei mehr Salzsäure verschwindet. Das Schmelzoberhäutchen verbrennt unter ammoniakalischem Geruche und giebt eine kalkhaltige, schwammige Kohle.

Das Schmelzoberhäutchen ist, wie der ganze Schmelz, eine echte Cuticularbildung und halte ich die von *J. Tomes*, *Wedl*, *Magitot* und *Baume* angenommene und von *Ch. Tomes*, trotz begründeter Einwendungen, mit Zähigkeit festgehaltene Meinung, das Schmelzoberhäutchen entspreche dem Kronencement der Thiere, entschieden für unrichtig. Ich führe zur Widerlegung dieser Ansicht kurz Folgendes an: 1. Findet sich bei Zähnen mit zweifellosem Kronencement mitunter ein deutliches Schmelzoberhäutchen zwischen diesem und dem Schmelze, wie *Koelliker* und *v. Brunn* nachwiesen und wie ich bestätigen kann. 2. Hat *Ch. Tomes* in keiner Weise bewiesen, dass die von ihm abgebildeten Knochenlakunen in den Gruben des Schmelzes menschlicher Zähne wirklich solche sind und im Schmelzoberhäutchen ihre Lage haben. Es liegt vielmehr der begründete Verdacht vor, dass diese angeblichen Knochenlakunen sogenannte Steinkerne von Birnen sind, welche zufällig in die Gruben des Schmelzes eingekeilt wurden. 3. Lässt sich bei der Untersuchung der Entwicklung des Schmelzoberhäutchens mit Bestimmtheit erkennen, dass dasselbe von den Schmelzzellen gebildet wird und dass der Schmelz der Kaufläche eines Menschenzahnes in keinem Entwicklungsstadium von osteogenem Gewebe bedeckt wird.

Das Eindringen der Zahnkanälchen in den Schmelz haben *J. Tomes* und *Koelliker* zuerst genauer beschrieben, nachdem dasselbe schon von *Erdl* gesehen

worden war. Mit Unrecht haben *Waldeyer* und *Hertz* dasselbe bestritten. Beim Menschen dringen die Zahnkanälchen allerdings in der Regel nur auf kurze Strecken in die basalen Schmelzlagen. Im ausgedehntestem Maasse finden sich aber die Schmelzkanälchen als Fortsetzungen der Zahnkanälchen, wie *J. Tomes* entdeckte, in den Zähnen der Beutelthiere. Doch irrte *J. Tomes* darin, dass er die Schmelzkanälchen in die centrale Achse der Schmelzprismen verlegte, während sie, wie ich fand, thatsächlich zwischen den Prismen in der Kittsubstanz verlaufen. Auch bei den Nagethieren kommen gut ausgebildete Schmelzkanälchen vor, wie ebenfalls *J. Tomes* fand. Doch sind sie bei diesen Thieren in der Regel ohne Zusammenhang mit den Zahnkanälchen. Die feinere Struktur der Schmelzprismen ist noch immer ein kontroverser Punkt. Die noch nicht ausgebildeten Schmelzprismen zersplittern leicht in nadelartige Stücke nach der Längsrichtung, so lange der Schmelz noch positiv doppelbrechend ist. Ausgebildeter, negativ doppelbrechender Schmelz zeigt dagegen bei Zertrümmerungsversuchen quere, muschelige oder auch schräge Bruchflächen der Prismen und die völlig unverletzten Prismen erscheinen glatt, ohne Spur von Querstreifung. Die viel besprochene Querstreifung der Schmelzprismen tritt nur durch Einwirkung von Säuren deutlich hervor und ich glaube, dass auch jene Querstreifungen von Schmelzprismen, welche man ohne direkten Säurezusatz an Zähnen beobachtet, in letzter Linie nur auf die Einwirkung von sauren Flüssigkeiten auf die noch in der Mundhöhle befindlichen Zähne zurückzuführen und daher als eine Art Aetzstreifung, wie sie auch bei Krystallen vorkommt, zu betrachten seien. Obwohl die Schmelzprismen keine Krystalle sind, so haben sie doch mit den Krystallen das gemein, dass sie anisotrop sind und die Anisotropie kann sehr wohl die Ursache des Auftretens regelmässiger Aetzstreifungen sein. Die Einwendungen, welche *Williams* gegen diese Deutung der Querstreifen der Schmelzprismen erhoben hat, scheinen mir nicht überzeugend. Ausführlicheres über die Frage, ob die Schmelzprismen als Krystalle angesehen werden dürfen, findet sich in meiner oben citirten Abhandlung und die prinzipielle Frage über den Unterschied krystallinischer und anderer anisotroper Strukturen habe ich bereits früher erörtert (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, Bd. 91, 1885).

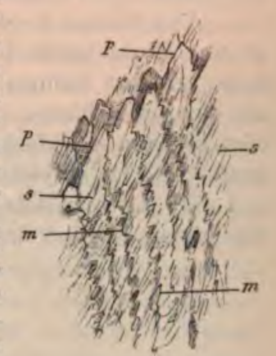


Fig. 920.

Ausgehend von den Bedürfnissen der Paläontologie hat *Preiswerk* (in Beiträge zur Kenntniss der Schmelzstruktur etc. Diss. Basel 1895) auf Anregung *Rütimeyer*'s sehr eingehend den Bau des Schmelzes der Säugethiere, insbesondere der *Ungulaten*, untersucht. Was die *Retzius*'schen Linien anbelangt, so findet *Preiswerk* bestätigt, dass die in Form von Contourstrichen auftretenden Linien auch bei Thieren an das Vorhandensein von Schmelzwülstchen, welche letztere *Preiswerk* Perikymatien nennt, gebunden sind. Beide fehlen, sowie auch die Contourbänder, bei den Carnivoren und Insectivoren (Maulwurf, Igel). Mit Unrecht sieht *Preiswerk* in dem Umstande, dass die *Retzius*schen Linien an Schliffen sich mit Jod gelb färben, einen Beweis, dass dieselben ihre braune Farbe nicht dem Vorhandensein von Luft, bezw. Gas, verdanken können. Was sich in Jod gelb färbt, ist natürlich nicht die Luft, sondern die, auch nach meiner Annahme, im Bereiche der *Retzius*'schen Linien stets relativ reichlich vorhandene, unverkalkte Kittsubstanz. Wirkliches Pigment fehlt dem menschlichen Zahnschmelze vollständig, dagegen kommt pigmentirter Schmelz nicht selten bei Thieren, so



Fig. 921.

Fig. 920. Stück von zertrümmertem Schmelz von einem Schneidezahne eines achtjährigen Knaben. Vergr. 770. *p* Schräge Bruchenden von Prismen; *m* Muschelige Brüche der Seitenränder; *s* Schrägstreifung durch Bruch.

Fig. 921. Schmelzprismen von einem bleibenden Molarzahne mit Salzsäure geätzt. Vergr. 770. Querstreifen.

namentlich in den Nagezähnen des Bibers, des Eichhörnchens u. s. w. zur Beobachtung. Dieses Pigment erscheint im Gegensatze zu den *Retzius*'schen Linien auch im auffallenden Lichte in brauner Farbe.

§ 229.

Das Cement oder der Zahnkitt, *Substantia ossea dentis* (Fig. 922), ist eine Rinde echter Knochensubstanz, die die Zahnwurzeln überzieht und bei mehrwurzeligen Zähnen nicht selten untereinander verkittet. Derselbe beginnt als eine ganz dünne, nur 20--30 μ messende Lage da, wo der Schmelz aufhört, so dass er einfach an denselben angrenzt oder ein wenig über ihn herübergreift, wird im Abwärtssteigen dicker und erreicht endlich an dem Wurzelende und der Alveolarfläche der Backzähne zwischen den Wurzeln seine grösste Mächtigkeit. Seine innere Fläche verbindet sich beim Menschen ohne eine

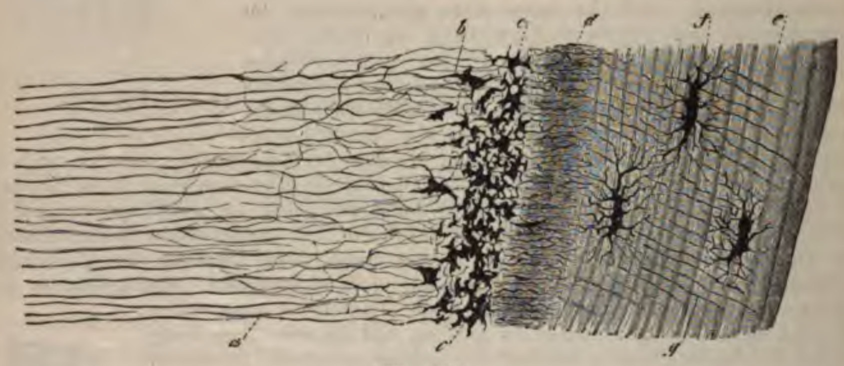


Fig. 922.

Zwischensubstanz sehr innig mit dem Zahnbeine, so dass öfter, wenigstens bei stärkeren Vergrösserungen, die Grenze beider Substanzen nicht ganz scharf ist. Die äussere Seite wird vom Perioste der Alveolen sehr genau, vom Zahnfleische minder fest umgeben und ist, nach Ablösung dieser Weichtheile, meist uneben, oft ringförmig gestreift. Das Cement ist das mindestharte der drei Zahngewebe und chemisch den Knochen fast gleich.

Durch Säuren werden dem Cemente die Erdsalze leicht entzogen und es bleibt ein weisser Knorpel zurück, der leicht vom Zahnbeine sich ablöst und beim Kochen gewöhnlichen Leim giebt.

Das Cement besteht, wie die Knochen, aus einer Grundsubstanz und aus Knochenhöhlen, enthält jedoch nur selten *Havers*'sche Kanäle und Gefässe.

Fig. 922. Elfenbein und Cement von der Mitte der Wurzel eines Schneidezahnes (trocken). *a* Zahnröhrchen; *b* Interglobularräume, wie Knochenhöhlen sich ausnehmend; *c* feinere Interglobularräume (Körnerschicht); *d* Anfang des Cementes mit vielen dichtstehenden Kanälchen (*Sharpey*'sche Fasern); *e* Lamellen desselben; *f* Lakunen; *g* Kanälchen (*Sharpey*'sche Fasern die Lamellen durchsetzend). 350mal vergr. Vom Menschen.

Die **Grundsubstanz** zeigt eine fibrilläre Struktur, wie jene des Knochens. Doch überwiegen im Cemente Faserbündel, welche senkrecht zur Oberfläche verlaufen und daher wie *Sharpey*'sche Faserbündel sich verhalten; ja im dünnen Theile des Cementes ist die ganze Grundsubstanz fast nur aus 3—6 μ dicken, senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Bündeln zusammengesetzt, welche dem Cemente eine säulenartige Zeichnung geben. Dieselbe erinnert einigermassen an jene des Schmelzes, obwohl sie von derselben total verschieden ist. Solche säulenartige Faserbündel können im dünnen Cemente in einfacher Schicht oder auch in mehreren Lagen übereinander sich finden, welche dann wie Lamellen aussehen, von den typischen Knochenlamellen sich aber wesentlich dadurch unterscheiden, dass die Faserung senkrecht zur Oberfläche und nicht parallel zu derselben, wie bei letzteren, verläuft. Diese Struktur tritt sehr deutlich an Zähnen hervor, welche mit Erhaltung der leimgebenden Fibrillen entkalkt sind, weniger deutlich an Schliffen. Sehr auffallend tritt der besondere Faserverlauf bei der Untersuchung mit dem polarisirenden Mikroskope mit eingelegter Gypsplatte hervor. Sehr häufig sind Faserbündel in grösserer Zahl, ganz wie die *Sharpey*schen Fasern der Knochen, unvollständig oder gar nicht verkalkt und treten dann an trockenen Knochenschliffen als dunkle, röhrchenartige oder auch unregelmässige Lücken hervor, welche den Zahnkanälchen ähnlich sein können und mit solchen verwechselt wurden, namentlich wenn sie, wie dies nicht selten vorkommt, bis knapp an die *Tomes*'sche Körnerschicht des Zahnbeines heranreichen und so scheinbar in das Zahnbein übergehen (Fig. 922). Im dickeren Theile des Cementes finden sich in der Grundsubstanz auch echte Knochenlamellen und mit dem Auftreten von *Havers*'schen Kanälen und Knochenlakunen tritt dann völlig das typische Bild des Knochens auf, obwohl auch im dickeren Cemente *Sharpey*'sche Fasern, namentlich in den innersten und äussersten Theilen, noch in grosser Zahl vorkommen. Die **Knochenhöhlen** besitzen alle wesentlichen Eigenschaften derer der Knochen, so dass eine ausführliche Beschreibung derselben umgangen werden kann. Was sie auszeichnet, ist einzig ihre sehr wechselnde Zahl, Gestalt und Grösse (11—45 μ, selbst 88 μ) und die ungemeine Zahl und Länge (bis 68 μ) ihrer Ausläufer. Die meisten sind länglichrund und der Längsachse der Zähne gleichlaufend, andere rundlich oder birnförmig. Am bemerkenswerthesten sind diejenigen, die bei einer sehr in die Länge gezogenen Gestalt, eine enge kanalartige Höhlung besitzen (Fig. 906), weil bei diesen eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Zahnkanälchen nicht zu verkennen ist. Die Ausläufer erscheinen oft wie Federn und Pinsel und dienen, wenn die Höhlen nicht vereinzelt stehen, sowohl zur Verbindung der Knochenhöhlen untereinander, als zur Vereinigung mit den Enden der Zahnkanälchen. In den dünnsten Theilen des Cementes, gegen die Krone hin, fehlen die Knochenhöhlen ohne Ausnahme ganz: die ersten treten in der Regel gegen die Mitte der Wurzel auf, sind jedoch anfangs noch spärlich und vereinzelt, bis sie gegen das eigentliche Ende derselben immer zahlreicher werden und dann auch nicht selten sehr regelmässig, wie in den äusseren Lagen der Röhrenknochen, reihenweise in den Cementlamellen drin liegen und ihre meisten Ausläufer nach innen und nach aussen senden, was eine gleichmässig feine Querstreifung des Cementes bewirkt. Breitere Cementlagen alter Zähne haben ungemeine Mengen von Lakunen, doch sind dieselben einem guten Theile nach sehr unregelmässig, namentlich von der

langgestreckten Form. — Manche Knochenhöhlen sind einzeln oder in Gruppen von sehr deutlichen, hellgelblichen, leicht buchtigen Säumen halb oder ganz umgeben, die vielleicht zu den Zellen in Bezug stehen, aus denen die Höhlen sich bilden.

Havers'sche Kanäle kommen in jungen Zähnen bei regelrechter Dicke des Cementes nicht vor, sind dagegen in alten Zähnen, namentlich Backzähnen, und bei Hyperostosen eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Sie dringen zu 1—3 und mehr von aussen in das Cement, verästeln sich zwei- bis dreimal und enden dann blind. Ihre Weite ist zu gering (9—22 μ), als dass dieselben ausser Blutgefässen noch Mark enthalten könnten und sind diese Kanäle gewöhnlich von einigen ringförmigen Schichten umgeben, wie in Knochen. In seltenen Fällen dringen solche Kanäle auch in das Zahnbein und öffnen sich in die Zahnhöhle (*Salter*).

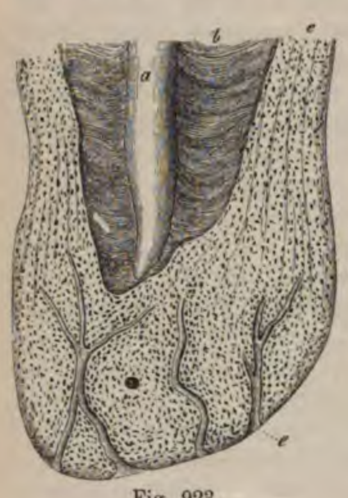


Fig. 923.

Ausser diesen Hohlräumen enthält das Cement noch hie und da eigenthümliche buchtige Höhlungen, die sicher pathologisch sind (s. *Koelliker*, Mikr. Anat. II. 2. S. 82. Fig. 202), ferner die bereits erwähnten, an trockenen Schliffen durch unverkalkte *Sharpey*'sche Fasern bedingten, den Zahnkanälchen ähnlichen Röhrchen (Fig. 922 *g*).

Die Verbindung von Cement und Zahnbein geschieht in der Regel durch einfache Anlagerung, doch so, dass beide Gewebe innig miteinander verkittet sind, ohne dass ein Uebergang des einen in das andere stattfände. Ausnahmsweise (bei älteren Milchzähnen und den bleibenden Zähnen älterer Individuen) lagert sich aber das Cement auch auf stellenweise durch vorausgehende Resorption zum Theile zerstörtes Zahnbein. In diesem letzteren Falle erscheinen dann die Zahnkanälchen gegen das Cement wie abgeschnitten, während sie in dem ersteren Falle blind oder schlingenförmig umbiegend an einer von Kanälchen freien Oberflächenschicht aufhören. In dem einen und dem andern Falle können die Kanälchen der Knochenlakunen des Cementes sekundäre Verbindungen mit Zahnkanälchen eingegangen sein, doch ist dies keineswegs der gewöhnliche Fall und ich war früher geneigt (in *Scheff*'s Handb.) jede Verbindung von Zahnkanälchen und Cementlakunen in Abrede zu stellen, worin ich indessen doch zu weit ging. Dass die früher fast allgemein als Zahnkanälchen ähnliche Bildungen angesehenen Röhrchen im Cemente trockener Zähne nichts als *Sharpey*'sche Fasern sind, hat *Koelliker* zuerst vermuthet (Gewebelehre 5. Aufl. S. 372), die säulenförmigen Faserbündel des Cementes hat *G. Black* 1887 zuerst richtig geschildert.

Bei Thieren, namentlich den Ungulaten und Rodentien überzieht das Cement an den Molarzähnen häufig auch den ganzen Schmelz und bildet das sogenannte Kronencement. Dasselbe lagert sich entweder direkt auf den intakten Schmelz, wie dies z. B. bei den Molarzähnen des Meerschweinchens der Fall ist und man kann dann zwischen Cement und Schmelz noch deutlich das Schmelzoberhäutchen nachweisen oder das Kronencement lagert sich auf den Schmelz erst ab, nachdem derselbe vorher theilweise resorbirt war. Im letzteren Falle fehlt natürlich das Schmelzoberhäutchen und der Schmelz ist von zahlreichen grubigen Vertiefungen, die ganz den Resorptionsgrübchen

Fig. 923. Cement und Dentin der Wurzel eines alten Zahnes. *a* Wurzelkanal; *b* Dentin; *c* Cement mit Knochenhöhlen; *e* *Havers*'sche Kanälchen. Vom Menschen.

in Knochen gleichen, überdeckt und das Cement füllt die Gruben mit halbkugeligen Vorsprüngen aus. Solches Kronencement findet man in sehr schöner Ausbildung an den Molarzähnen des Pferdes. Diese halbkugeligen, oder selbst grössere Abschnitte von Kugeln darstellenden, die Resorptionsgruben des Schmelzes ausfüllenden Cementmassen wurden zuerst von *Gerber* gesehen. *Koelliker* (Mikr. Anat. II. S. 82) hat diese, wie Kapseln sich darstellenden Bildungen mit Salzsäure isolirt und nachgewiesen, dass dieselben 2—3 und mehrere Knochenlakunen enthalten.

§ 230.

Die **Weichtheile der Zähne** sind die **Wurzelhaut** (*Periosteum alveolare*), der **Zahnkeim** und das **Zahnfleisch**. Die Wurzelhaut oder das Alveolarperiost (Fig. 924) hängt sehr mit dem Cemente zusammen und vermittelt die Verbindung der Wurzeln der Zähne mit dem Knochen der umgebenden Alveolen. Sie besteht aus derben, fibrösen Faserbündeln, welche die direkte Fortsetzung der zur Oberfläche senkrecht stehenden Faserbündel des Cementes sind und in die Wand der Alveolen, soweit an derselben keine Resorptionsprozesse im Gange sind, als *Sharpey*'sche Faserbündel einstrahlen. Ausser durch diesen eigenthümlichen Verlauf der Fasern unterscheidet sich die Wurzelhaut von gewöhnlichem Perioste noch dadurch, dass sie der elastischen

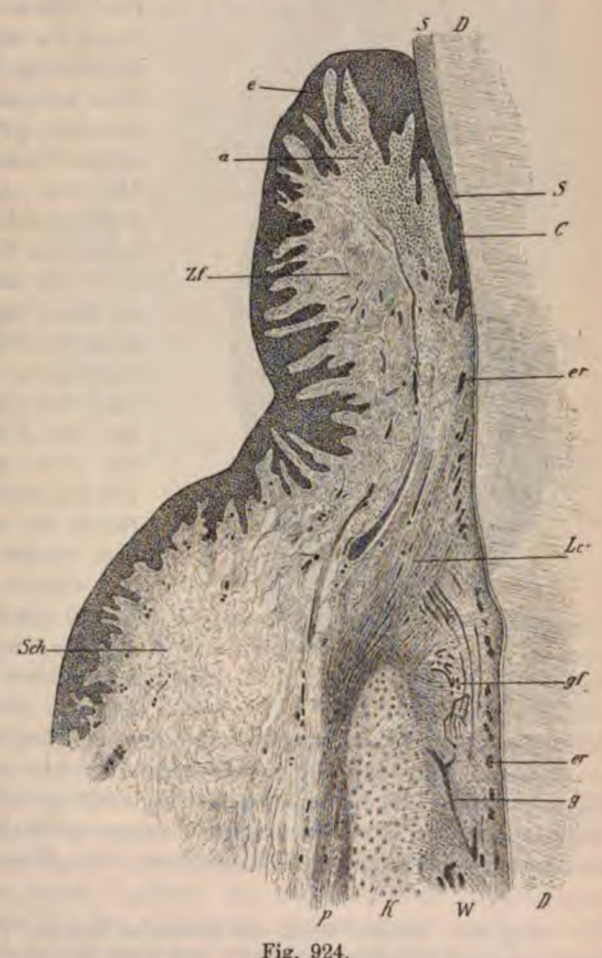


Fig. 924.

Fig. 924. Theil eines Längsschnittes durch den Zahnhals eines Milcheckzahnes vom $3^1/_2$jährigen Kinde. Vergr. 25. *C* Cement; *D* Zahnbein; *K* Knochen mit *Sharpey*'schen Fasern, welche in die Wurzelhaut übergehen; *Lc* *Ligamentum circulare dentis*; *S* Schmelz; *W* Wurzelhaut; *Zf* Zahnfleisch nach abwärts in *Sch* die Schleimhaut und in *P* das Periost des Alveolarrandes übergehend; *a* Adenoides Gewebe; *e* Pflasterepithel; *er* Epithelreste; *g* Blutgefässe; *gf* Gefässknäuel.

Fasern vollständig entbehrt. Die 4—10 μ dicken Faserbündel der Wurzelhaut sind im oberen Theile der Wurzel fast horizontal gerichtet; je weiter gegen die Wurzelspitze, um so schräger wird ihr Verlauf, wobei die Insertion am Zahne der Wurzelspitze näher liegt, als jene an der Alveolarwand. An der Wurzelspitze selbst verlieren sich die derben Faserzüge und an ihre Stelle tritt lockeres Bindegewebe, welches die in den Zahn eintretenden Gefässe und Nerven umhüllt. Lockeres Bindegewebe erfüllt aber auch die zahlreichen Lücken zwischen den Bündeln der Wurzelhaut, in welchen sich auch reichliche Nervengeflechte, Blutgefässe und Nester von Epithelzellen — Reste der epithelialen Zahnanlage — befinden. Nach *Wedl's* Entdeckung sind ferner da und dort in der Wurzelhaut knäuelartige Windungen arterieller Gefässe vorhanden (Fig. 924). Am Alveolarrande geht die Wurzelhaut ohne scharfe Grenze in das Zahnfleisch über. Die vom Alveolarrande ausgehenden Faserbündel strahlen zum Theil schräg gegen das Cement des Zahnhalses ein, wobei die Insertion am letzteren gegen die Krone ansteigt. Sie bilden so knapp unter der Schmelzgrenze eine ringartige Verbindung von Zahn- und Alveolarrand, das *Ligamentum circulare dentis* von *Koelliker*. Ein Theil der aus dem Alveolarrande kommenden Bündel strahlt aber direkt in das Zahnfleisch ein; anderseits können auch aus dem, der Schmelzgrenze zunächst liegenden dünnen Cemente kommende Faserbündel direkt in das Zahnfleisch einstrahlen, wodurch eine allseitige, sehr feste, aber dabei doch eine geringe, federnde Verschiebbarkeit gestattende Verbindung der Zähne mit den Alveolen und dem Zahnfleische hergestellt ist.

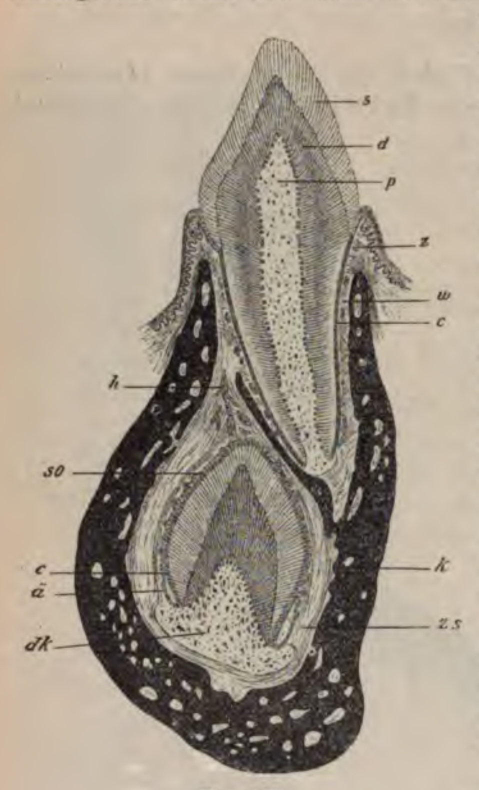


Fig. 925.

Die *Pulpa dentis*, der Zahnkeim, oder die im Laufe der Entwicklung veränderte fötale Zahnpapille (Fig. 925 *p*) erhebt sich im Grunde der Alveole aus dem Perioste derselben, dringt in die Wurzeln ein und füllt, als eine zusammenhängende, weiche, röthliche, sehr gefäss- und nervenreiche Substanz

Fig. 925. Unterer Milch- und bleibender Eckzahn vom 3½jährigen Kinde. Abbildung aus zwei Schnitten kombinirt und nach dem 30mal vergrösserten Original auf 3½fache Vergrösserung reduzirt. *s* Schmelz; *d* Dentin; *p* Pulpa; *z* Zahnfleisch; *w* Wurzelhaut mit Epithelzellennestern; *c* Cement des Milchzahnes; *k* Knochen mit Gefässräumen; *h* Rest der Zahnleiste; *so* Schmelzorgan; *e* Inneres, *ä* Aeusseres Epithel desselben am Umschlagsrande; *dk* Dentinkeim mit dem darüber liegenden bereits gebildeten Theile der Zahnkrone; *zs* Zahnsäckchen des Ersatzzahnes.

die Kanäle in denselben und das *Cavum dentis* ganz aus, so dass sie der inneren Oberfläche des Zahnbeines überall genau anhaftet. Das Gewebe der Pulpa ist ein eigenthümliches Bindegewebe, durchaus ohne elastische Elemente, aber mit sehr vielen eingestreuten runden, ästigen und länglichen kernhaltigen Zellen (Bindegewebskörperchen) und zahlreichen feinen Fäserchen, welche in den verschiedensten Richtungen verlaufen und wie leimgebende Fibrillen sich verhalten, aber nur längs der dickeren Gefässe und Nerven zu parallelen Zügen geordnet sind. An embryonales Bindegewebe erinnert das Gewebe der Pulpa insofern, als es durchaus ohne Spalten ist. Durch Druck lässt sich aus demselben eine Flüssigkeit erhalten, die durch Essigsäure wie Schleim gerinnt und im Ueberschusse sich nicht ganz löst: ebenso wird die ganze Pulpa durch Essigsäure weisslich und hellt sich nie so auf, wie typisches, leimgebendes Bindegewebe. Dieses Gewebe nun bildet die Hauptmasse der Pulpa, so weit Gefässe und Nerven reichen, dagegen findet sich nun noch an der Oberfläche derselben, ringsherum eine 45—90 μ mächtige Schicht, die aus mehreren Reihen von Zellen besteht. Zu äusserst sind senkrecht auf der Oberfläche der Pulpa stehende, 26 μ lange, 4,5—6,7 μ breite, walzenförmige oder an dem einen Ende zugespitzte Zellen mit länglichen, schmalen Kernen von 11 μ, die an der Oberfläche der Pulpa wie ein Cylinderepithelium gelagert sind, weiter einwärts dagegen Zellen, die keine deutlichen Reihen mehr erkennen lassen, sondern mehr unregelmässig ineinander greifen, ohne jedoch ihre gedrängte Lagerung und Richtung aufzugeben und schliesslich durch kürzere, mehr rundliche Zellen und ohne scharfe Grenze in das gefässhaltige Gewebe der Pulpa übergehen. Es entsprechen die oberflächlichen Zellen, die durch Ausläufer mit den Zahnfasern im Elfenbeine zusammenhängen, Bildungszellen des Elfenbeines (Odontoblasten) und sie sind es, welche die auch noch bei Erwachsenen vorkommenden Ablagerungen von



Fig. 926.

Fig. 926. Schnitt durch die Pulpa eines Schneidezahnes von einem 20jährigen Manne. Alkohol, Hämatox. Vergr. 530. *Fs* Angeschnittene Fibrillenscheide eines Nervenstämmchens mit spindelförmigen Zellen; *a* Aestige, *r* runde Zellen der Pulpa; *f* Verfilzte Fäserchen derselben.

Elfenbein an die Wände der Zahnhöhle vermitteln. Die Gefässe der Pulpa sind ungemein zahlreich, daher die röthliche Farbe derselben. In jede Pulpa eines einfachen Zahnes treten 3—10 kleine Arterien, welche oft in Furchen der Nervenstämmchen eingelagert sind (*Weil*) und die schliesslich sowohl im Innern als an der Oberfläche der Pulpa ein mehr lockeres Netz von 9—13 μ weiten Kapillaren erzeugen, das an der Oberfläche auch hie und da deutliche Schlingen zeigt, welche zum Theile bis in die Odontoblastenlage eindringen (*Annell*) und aus dem dann die Venen hervorgehen. Von Lymphgefässen scheinen die Zahnkeime nichts zu besitzen, dagegen sind die Nerven äusserst entwickelt. In jede Wurzel dringt, von den bekannten *Nervi dentales* abstammend, ein grösserer, 68—90 μ haltender Stamm und ausserdem noch bis an fünf, selbst noch mehr feinere Reiser von 22—45 μ, die mit Röhren von 3,5—6,7 μ, zuerst ohne namhaftere Verbindungen und einzelne Fädchen abgebend, emporsteigen, dann aber in dem dickeren Theile der Pulpa ein immer reichlicheres Geflecht mit langgezogenen Maschen und Nervenröhrentheilungen bilden und sich so allmählich bis in die feinsten Primitivfasern von 2—3,5 μ auflösen. In Betreff der Endigungen selbst haben erst die Untersuchungen von *G. Retzius* (in Biol. Unters. Bd. IV und Bd. V), welche mit Hilfe der *Golgi*-Methode ausgeführt wurden, für Fische, Reptilien und Amphibien bestimmt ergeben, dass die aus dem Plexus markhaltiger Fasern hervorgehenden feinen marklosen Fäserchen bis zwischen die Odontoblasten eindringen und mit freien, etwas verquollenen Enden nahe an der Zahnbeingrenze an dieselben sich anlegen. Aeltere Angaben von *Boll*, welchen zufolge bei Säugethieren die terminalen Nerven in die Zahnkanälchen eindringen, wurden in jüngster Zeit wieder von *Römer* aufgenommen und erweitert. Die Angaben von *Magitot*, nach welchen die ästigen Zellen unter den Odontoblasten mit den Nervenenden zusammenhängen und jene von *Robertson*, nach welchen die Pulpafortsätze der Odontoblasten in Achsencylinder übergehen sollen, waren nur Vermuthungen.

Die feinen Fäserchen der Pulpa halte ich für leimgebende Fibrillen, obwohl ihre Anordnung eine ganze eigenthümliche ist, indem sie, ohne zu Bündeln zusammen zu treten, in den verschiedensten Richtungen sich durchkreuzend, in einer formlosen Grundsubstanz liegen. *C. Röse* (in Dental Cosmos 1893) ist dagegen der Meinung, dass alle diese zahlreichen feinen Fäserchen der Pulpa Zellenausläufer seien und führt zur Stütze dieser Ansicht auch an, dass man aus der Pulpa keine gelatinirende Leimlösung erhalten könne. Diese Angabe, welche sich auf Kalbszähne bezieht, wurde von *O. Zsigmondy*, welcher auf meine Anregung den Versuch mit Pferdezähnen wiederholte, bestätigt. Trotzdem halte ich die leimgebende Natur der Pulpafäserchen für sicher, ohne in Abrede stellen zu wollen, dass auch zahlreiche lange Ausläufer von Zellen vorhanden sind. Der negative Erfolg bei dem Versuche eine gelatinirende Leimlösung herzustellen, erklärt sich wohl durch die Schwierigkeit, das leimgebende Gewebe der Pulpa genügend zu reinigen. Was mich bestimmt, die Pulpafibrillen für leimgebend zu halten, ist folgendes: 1. Zeigen die Fäserchen ganz das Aussehen von Bindegewebsfibrillen. 2. Verhalten sie sich gegen Reagentien (Säuren, Alkalien etc.) ganz wie diese. 3. Sind sie deutlich positiv doppelbrechend, wie Bindegewebsfibrillen, während Zellenausläufer von Bindegewebszellen keine Doppelbrechung zeigen. 4. Wird, wie bei leimgebenden Fibrillen, die positive Doppelbrechung durch Phenole in eine negative verwandelt. Ueber diese Reaktion der Bindesubstanzen handelt meine Abhandlung in den Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. CIII, 1894.

An der Oberfläche der Pulpa hat *Weil* zwischen der Odontoblastenlage und den tiefer gelegenen Zellen der Pulpa eine besondere Faserschicht (Basalschicht) beschrieben und zwar auf Grund von Präparaten, die nach der *Koch*'schen Versteinerungsmethode

(Einschliessen der mit den Weichtheilen fixirten Zähne in harten Kanadabalsam und Schleifen der Zähne mit sammt den Weichtheilen) hergestellt waren. Ich habe diese Schicht als ein Trugbild erklärt, bedingt durch Schrumpfung der Pulpa bei gleichzeitiger Fixirung der Odontoblasten an der inneren Zahnbeinfläche, weil die Schicht an vorsichtig entkalkten Zähnen nicht zu finden ist. *C. Röse* hat diese Deutung bestätigt und gezeigt, dass bei der Anwendung der *Koch*'schen Methode die Schicht ebenfalls fehlen kann, wenn man beim Wechsel der Flüssigkeiten zur Entwässerung, namentlich aber beim Eindampfen des Kanadabalsams genügende Vorsicht anwendet (in Anat. Anz. VII). Immerhin hat die Diskussion für und wider das regelmässige Vorkommen der *Weil*-schen Schicht mit Sicherheit ergeben, dass feine Fäserchen — nicht nervöser Natur — noch zwischen den Odontoblasten bis an das Zahnbein heran in grosser Zahl sich finden. *Mummery* (l. c.) betont insbesondere den Zusammenhang von Bindegewebszügen der Pulpa mit dem Zahnbeine und glaubt, dass dieselben in die Zahnbeinbildung mit einbezogen werden. Wie ich bereits vor *Mummery* (in *Scheff*'s Handb.) festgestellt habe, sind während der Entwicklung des Zahnbeines die Fibrillenzüge des unverkalkten Dentins bis zwischen die Zellkörper der Odontoblasten zu verfolgen (s. unten § 232).

Sehr wunderbare, aber — wie ich glaube — auf Täuschungen beruhende Angaben hat *M. Morgenstern* (in Arch. f. Anat. u. Phys. 1896) über die Innervation des Zahnbeines gemacht. Nicht genug damit, dass sowohl inner- als ausserhalb der Dentinröhrchen im Zahnbeine überall, z. Th. markhaltige Nervenfasern und Zellkerne in den intratubulären Nerven sich finden sollen, wird sogar die äussere Oberfläche des Zahnbeines und der Schmelz mit Nerven ausgestattet.

Zahnfleisch, *Gingiva* (Fig. 924 *Zf*), nennt man den Theil der Mundhöhlenschleimhaut, der die Alveolarränder der Kiefer überzieht und die Hälse der Zähne umfasst, ein weissröthliches, gefässreiches, wegen der unterliegenden Harttheile fest sich anfühlendes, jedoch eigentlich ziemlich weiches Gewebe, das da, wo es den Zähnen selbst anliegt, 1—3,4 mm Dicke erreicht, ziemlich grosse Papillen (von 0,3—0,7 mm, bei alten Leuten selbst von 1,5 mm Länge und wie die *Papillae fungiformes* mit einfachen Wärzchen besetzt) trägt und ein Pflasterepithel von 0,45—0,88 mm Dicke zwischen den Papillen besitzt. Das Epithel des Zahnfleisches bedeckt bei jugendlichen Zähnen noch auf eine ungefähr 0,5—1 mm lange Strecke den untersten Theil des Zahnschmelzes und bisweilen noch ein kleines Stück des Cementes, an welchem es dann scharf abgeschnitten endet. Dieses den Zahn bedeckende Epithel ist nur etwa 30—40 μ dick und das Zahnfleisch in dieser Region in der Regel ohne Papillen. Der bindegewebige Antheil des Zahnfleisches ist eine direkte Fortsetzung des Periostes des Kieferrandes und der Wurzelhaut, bezw. des Ringbandes des Zahnes und es ist unmöglich, etwa einen besonderen bindegewebigen Antheil der Schleimhaut, welcher erst am Abhange der Alveolarränder auftritt, im Bereiche des Zahnfleisches zu unterscheiden. In der unmittelbaren Nähe der Zähne ist das Gewebe der Papillen des Zahnfleisches nicht selten mit Lymphzellen infiltrirt (Fig. 924). Von Drüsen ist am Zahnfleische nichts zu finden und muss man sich davor hüten, rundliche Vertiefungen des Epithels von 170—330 μ Durchmesser mit mehr verhornten Epithelzellen, die nicht selten an den oberen Theilen desselben vorkommen, für Drüsenöffnungen zu halten. Die von *Serres* im Zahnfleische neugeborener Kinder beschriebenen Drüsen sind im Bindegewebe eingelagerte Epithelperlen, welche wie ähnliche Epithelzellenhaufen im Bereiche der Wurzelhaut als Reste des bei der Zahnentwicklung vorhandenen epithelialen Schmelzkeimes anzusehen sind. Nur an einer Stelle finden sich bis nahe an den Alveolarrand heran wirkliche kleine Schleimdrüsen, nämlich in der Schneidezahnregion des Unterkiefers an der lingualen Seite. Es ist dies die *Glandula incisiva*

(*Merkel*), welche wohl als ein Theil der Unterzungendrüse zu betrachten ist.

§ 231.

Entwicklung der Zähne. In der Mitte des zweiten Fötalmonats ungefähr im Beginne der siebten Woche zeigt sich längs der Ränder des Mundeinganges, zu einer Zeit, wo eine Sonderung der Lippen von den Kieferrändern noch nicht eingetreten ist, eine Verdickung des Epithels, bezw. des äusseren Keimblattes, welche alsbald in die Tiefe wächst. Diese längs der primitiven Mundränder wie eine Leiste sich darstellende Epithelwucherung spaltet sich bei ihrem Vorwachsen in die Tiefe bald in zwei Platten, welche an der Oberfläche zunächst noch zusammenhängen, in der Tiefe aber unter fast rechten Winkeln auseinandergehen. Die vordere distale Platte ist fast vertikal gestellt, sie entspricht der späteren Trennungsebene zwischen Lippen- und Kieferrändern (Lippenfurchenleiste *C. Röse*). Die hintere Platte wächst in mehr horizontaler (transversaler) Richtung in die Tiefe, sie steht mit der Zahnbildung in Beziehung und stellt den Schmelzkeim *Koelliker's* oder die Zahnleiste dar. Im dritten Fötalmonate werden nun die Anlagen der Milchzähne sichtbar und treten gegen Ende desselben für alle 20 Milchzähne deutlich hervor, während zugleich von der Epitheloberfläche aus sich die Trennung von Lippenanlage und Zahnleiste dadurch vollzieht, dass das Epithel in der Richtung gegen das blinde Ende der Lippenfurchenleiste allmählich auseinanderweicht, wodurch die Lippenfurche zu Stande kommt und nun der Schmelzkeim direkt eine Fortsetzung des Epithels des Kieferrandes darstellt.

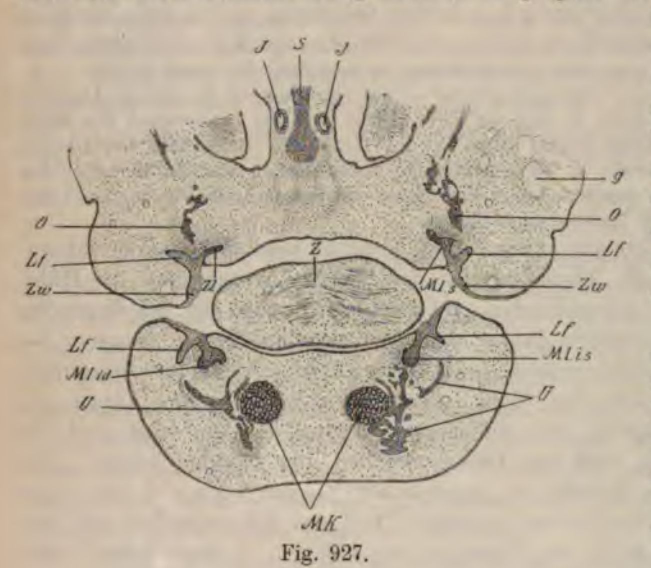


Fig. 927.

Die Anlage der Milchzähne geschieht längs der Leisten der einheitlichen Schmelzkeime in der Weise, dass am blinden Ende der Leisten kolbige Ver-

Fig. 927. Frontalschnitt durch den unteren Theil des Gesichtes eines acht Wochen alten menschlichen Embryo. Vergr. 17. Pikrinsublimat, Hämatoxylin — Eosin. *J Jakobson'*sches Organ; *Lf* Lippenfurchenleiste; *MIid* Schmelzorgan des I. rechten unteren, *MIis* des I. linken unteren, *MIs* des I. linken oberen Mahlzahnes; *MK Meckel'*sche Knorpel; *O* Knochen des Oberkiefers; *S* Knorpel der Nasenscheidewand; *U* Knochen des Unterkiefers; *Z* Zunge; *Zl* Zahnleiste des rechten Oberkiefers zwischen Eck- und I. Mahlzahn; *Zw* Zahnwall; *g* Blutgefässe.

dickungen des Epithels sich bilden, während aus dem embryonalen Bildungsgewebe des mittleren Keimblattes besondere dichtzellige Erhebungen, die Zahnpapillen oder Zahnkeime entstehen, welche den epithelialen Kolben des Schmelzkeimes entgegenwachsen und dieselben einstülpen. Jeder Zahnkeim erhält durch die ihn umwachsende epitheliale Zellenmasse des Schmelzkeimes einen kappenförmigen Ueberzug: das Schmelzorgan, das zunächst vom Schmelzkeime oder der Zahnleiste noch nicht scharf abgegrenzt ist. Die Einstülpung erfolgt nicht in der Ebene der Zahnleiste selbst, sondern in einer zu derselben fast senkrechten Richtung, wodurch die Anlagen der Milchzähne labial von dem ursprünglichen blinden Ende der Zahnleiste zu liegen kommen; eine Thatsache, welche für das Verständniss der Bildung der bleibenden Zähne von Wichtigkeit ist. Aelteren Angaben von *Robin* und *Magitot* gegenüber, nach welchen die Zahnanlagen im Unterkiefer früher als im Oberkiefer auftreten sollen, fand *Röse*, dass die Zahnanlagen in beiden Kiefern ziemlich gleichzeitig entstehen. Die Schmelzorgane sind anfänglich noch in breiter Verbindung mit der Zahnleiste; allmählich sondern sie sich, indem sie rasch heranwachsen (vergl. Fig. 928 *A* und *B*), von der im Wachsthum zurückbleibenden und eine mehr vertikale Richtung einnehmenden Zahnleiste; bleiben aber noch lange durch Verbindungsbrücken (*C. Röse*) — Hals des Schmelzorganes (*Waldeyer*) — mit der Zahnleiste in Zusammenhang. Das blinde Ende der ursprünglichen Zahnleiste, welches den sekundären Schmelzkeimen *Koelliker*'s entspricht, erscheint dann wie ein an der Lingualseite der Milchzahnanlage befindlicher Fortsatz dieser Verbindungsbrücken (Fig. 928). Während dieser Vorgänge wird die Zahnleiste vom Bindegewebe siebartig durchbrochen und sammt den Verbindungsbrücken allmählich in inselartige Epithelgruppen zerlegt; nur das blinde Ende derselben bleibt als zusammenhängende Leiste erhalten (Fig. 931).



Fig. 928.

Fig. 928. *A* Vertikalschnitt durch eine Molar-Zahnanlage des Unterkiefers vom zweimonatlichen, *B* vom viermonatlichen Embryo. Vergr. 14. *d* Zahnkeim; *e* Epithel des Kieferrandes in den Schmelzkeim sich fortsetzend; *k* Knochen des Unterkiefers; *m* *Meckel*'scher Knorpel; *n* Nerv; *s* Schmelzorgan, in *A* eben in Bildung begriffen. Ferner in *B*: *s'* Ende der Zahnleiste; *v* Vene; *z* Zahnsäckchen mit Gefässen.

Die Anlage der bleibenden Zähne erfolgt, wie jene der Milchzähne, aus dem Rande dieser Leiste, welche je dem Ende der ursprünglichen Zahnleiste entspricht. Lingual von den Milchzähnen erzeugt die Zahnleiste wieder kolbenförmige Schmelzorgane, welche von den — seitlich und labial vom Rande der Zahnleiste — vorwachsenden Zahnpapillen der bleibenden Zähne eingestülpt werden. Die Anlagen der bleibenden Schneide- und Eckzähne werden am Ende des sechsten Fötalmonats, jene der Backenzähne aber erst im Laufe des ersten Lebensjahres deutlich. Besondere Verhältnisse zeigen die Anlagen der bleibenden Mahlzähne, welche sämmtlich keine Vorläufer haben. Sie gehen nicht direkt aus der längs der Kieferränder einwachsenden Zahnleiste hervor. Die Zahnleiste wächst vielmehr an ihrem hinteren Ende längs der Kieferränder im Bindegewebe wie ein Zapfen fort (Fig. 929). In eine Verdickung desselben stülpt sich seitlich, vor dem Ende, die Papille des ersten Mahlzahnes im Anfange des fünften Fötalmonats ein; das weiter nach hinten fortwachsende Ende der Zahnleiste bildet dann in ähnlicher Weise beim halbjährigen Kinde die Anlage des zweiten Mahlzahnes und erst beim fünfjährigen Kinde bildet sich die Papille des Weisheitszahnes, welche aber ebenfalls nicht in das eigentliche hintere Ende der fortwachsenden Zahnleiste, sondern seitlich in eine Verdickung sich einstülpt. Dadurch erscheint, wie *Röse* findet, die Möglichkeit der Bildung eines vierten Mahlzahnes durch das freie hintere Ende der Zahnleiste ebenso gegeben, wie die Möglichkeit einer dritten Dentition im Bereiche der Vorderzähne, insoferne auch dort die Einstülpungen der Zahnpapillen stets seitlich und zwar labial vom Rande der Zahnleiste erfolgen, wie dies bereits bei der ersten Dentition der Fall ist. Nach *Zuckerkandl* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien Bd. C) findet sich im Zahnfleische hinter dem Weisheitszahne des Erwachsenen in der Regel ein epitheliales Rudiment eines vierten Mahlzahnes, welches indessen wohl nicht als solches, sondern als Rest des Endes der Zahnleiste zu deuten wäre, aus welcher unter besonderen Umständen in Folge der Bildung eines Zahnkeimes ein vierter Mahlzahn hervorgehen kann.

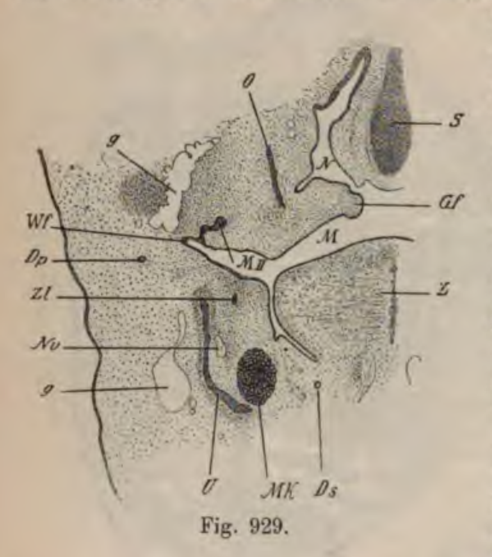


Fig. 929.

Während der Abschnürung der Zahnanlagen, welche bei den Milchzähnen von den inneren Schneidezähnen beginnend nach rückwärts vorschreitet, bildet

Fig. 929. Frontalschnitt aus derselben Serie wie Fig. 927, jedoch weiter nach hinten. Vergr. 17. *Dp Ductus parotideus*; *Ds Ductus submaxillaris*; *Gf* Gaumenfortsatz des Oberkiefers; *M* Mundhöhle; *MII* Zahnleiste und Schmelzorgan des II. rechten oberen Mahlzahnes; *MK Meckel*'scher Knorpel; *N* Nasenhöhle; *Nv* Nerv; *O* Knochen des Oberkiefers; *S* Knorpel der Nasenscheidewand; *U* Knochen des Unterkiefers; *Wf* Wangenfurche; *Z* Zunge; *Zl* Hinteres Ende der Zahnleiste im rechten Unterkiefer; *g* Blutgefässe.

sich um dieselben eine Hülle von gefässhaltigem Bindegewebe, welche dem Schmelzorgane und der Zahnpapille dicht anliegt und nach aussen ohne scharfe Grenze theils in die Schleimhaut der Kieferränder, theils in das Periost der von den Zähnen völlig unabhängig sich anlegenden Kieferknochen, bezw. Alveolen übergeht. Diese Bindegewebshülle ist das Zahnsäckchen, welches nach den älteren Darstellungen sehr früh den Zahnkeim umwachsen sollte; thatsächlich aber erst spät, nachdem die Schmelzorgane schon gebildet sind, deutlich unterschieden werden kann. Die Zahnsäckchen älterer Zahnkeime lassen sich durch Präparation künstlich von dem angrenzenden Perioste trennen und dann eine äussere, mehr aus Bindegewebszügen mit dazwischen liegenden Spalten bestehende und eine innere, mehr lockere, gefässreiche Schichte unterscheiden, welche jedoch an der Basis der Zahnpapille mit dieser selbst zusammenfliesst, so dass diese innere Schicht am Umschlagsrande des Schmelzorganes, wie eine Fortsetzung des dicht zelligen Gewebes der Zahnpapille selbst erscheint (Fig. 930). Die äussere Schicht des Zahnsäckchens ist an Schnittpräparaten, an welchen die Zahnanlagen mitsammt den Knochen vorliegen, nach aussen nirgends scharf abgegrenzt (Fig. 931). Die völlige Ausbildung der Zahnsäckchen erfolgt sehr spät und wenn bereits die Hartgewebe des Zahnes sich bilden, sind dieselben noch immer nicht ringsum vollständig geschlossen, indem noch die epithelialen Verbindungsbrücken bestehen, welche die Schmelzorgane mit der Zahnleiste verbinden. Die Fortsetzung des faserigen Gewebes der Zahnsäckchen auf diese Verbindungsbrücken stellt sich wie ein Strang dar, welcher früher als *Gubernaculum dentis* bezeichnet wurde.

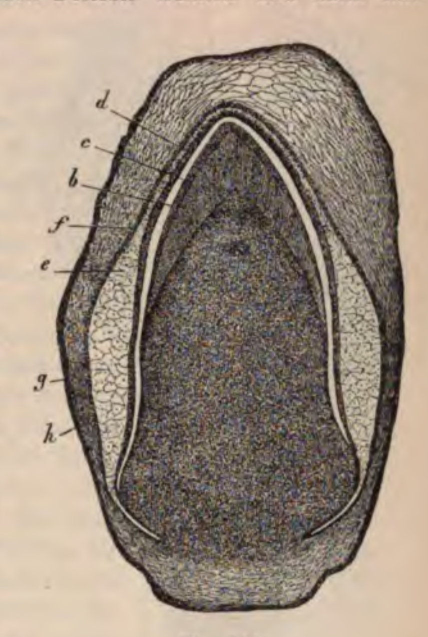


Fig. 930.

An älteren Zahnsäckchen, welche bereits sich bildende Zahnkronen einschliessen, findet man im Bereiche des Schmelzorganes zahlreiche, zottenartige Erhebungen mit Blutkapillaren, welche in das epitheliale Organ hineinragen und welche, wie die Entwicklung darthut, Schleimhautpapillen zu vergleichen sind. Ueber dem Schmelzorgane gegen den Kieferrand ist das Zahnsäckchen besonders locker und von zahlreichen Spalten und Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln durchsetzt (Fig. 931).

Fig. 930. Zahnsäckchen eines bleibenden Zahnes der Katze senkrecht und quer durchschnitten. Nach einem Präparate von Thiersch. 14mal vergr. *a* Zahnpapille, deren äusserste dunkle Zone von den Elfenbeinzellen gebildet wird; *b* Zahnbein; *c* Schmelz; *d* Innere Epithellage des Schmelzorganes oder *M. adamantinae*; *e* Gallertgewebe desselben; *f* Aeussere Epithellage des Schmelzorganes; *g* Innere Lage des Zahnsäckchens; *h* Aeussere Lage desselben.

Vom Grunde des Zahnsäckchens erhebt sich, mit demselben zusammenhängend, der **Zahnkeim**, **Dentinkeim** oder die **Zahnpapille**, Pulpa s. *Papilla dentis*, der in der Gestalt den späteren Zahn nachahmend, einer grossen Schleimhautpapille gleichwerthig ist. Das dichtzellige und schon bald reichliche Blutgefässe führende Gewebe desselben grenzt sich frühzeitig gegen das embryonale Bindegewebe, aus welchem die äussere Schicht des Zahnsäckchens hervorgeht, ab; zeigt jedoch erst zu der Zeit, wo die Bildung des Zahnbeines beginnt, eine Oberflächenschicht aus hohen, cylindrischen, epithelartig angeordneten Zellen, welche mittelst Fortsätzen zwischen den tiefer liegenden Zellen des Zahnkeimes sich verlieren und dadurch von typischen Epithelzellen sich unterscheiden. Diese hohen Zellen zeigen dort, wo die Zahnbeinbildung im Gange ist, eine Länge von 35—54 μ und eine Breite von 4,5—10 μ und gehen gegen die Basis der Papille, wo die Zahnbeinbildung noch nicht begonnen hat, in niedrige, von den tiefer gelegenen Zellen des Zahnkeimes sich kaum unterscheidende Zellen über. Diese hohen Cylinderzellen, welche zweifellos mit der Zahnbeinbildung in Beziehung stehen, die **Elfenbeinzellen** *Koelliker*'s oder **Odontoblasten** *Waldeyer*'s bilden im Ganzen eine den Zahnkeim bedeckende Haut, die Elfenbeinhaut, *Membrana eboris*. Während der Zahnkeim heranwächst, findet man in ihm überall zerstreut, sowohl in der Tiefe, als an der Oberfläche Zelltheilungen, welche an Schnitten durch den Nachweis von Mitosen erkannt werden. An völlig ausgebildeten Odontoblasten, welche bereits Zahnbein bilden, kann man aber keine Mitosen mehr finden, während an der Basis des Zahnkeimes, wo noch keine Odontoblasten sind, sowohl an der Oberfläche, als in der Tiefe Mitosen vorkommen, so lange der Zahnkeim fortwächst, wie *Canalis* (in Anat. Anz. I, 1886) zuerst beobachtete.

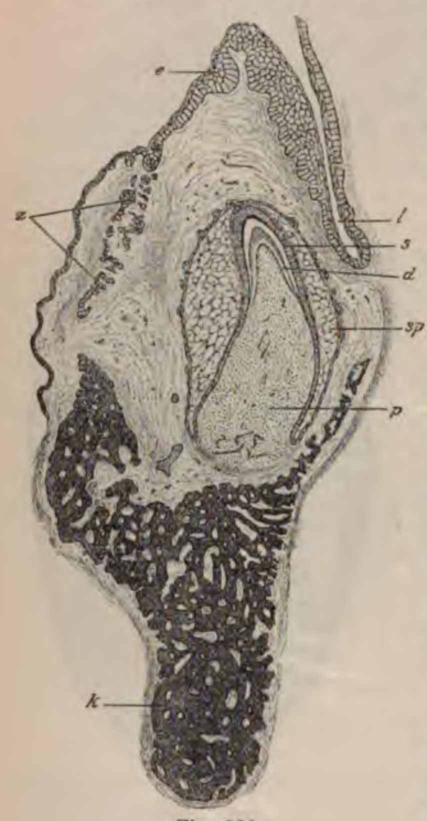


Fig. 931.

Das **Schmelzorgan**, *Organon adamantinae* (*Raschkow*) (Fig. 932) ist, im Gegensatze zu dem als Pulpa dauernd sich erhaltenden Zahnkeime, eine vergängliche, embryonale Bildung, welche zur Zeit ihrer vollen Entwicklung aus

Fig. 931. Sagittalschnitt durch den medialen Schneidezahn des Unterkiefers vom fünfmonatlichen Embryo. Vergr. 14. *d* Dentin (zwischen Schmelz und Dentin ein künstlicher Spalt); *e* Epithel des Kieferrandes; *k* Knochen; *l* Lippenfurche; *p* Zahnkeim; *s* Schmelzzellen und Schmelz (letzterer schwarz); *sp* Schmelzpulpa mit äusserem und innerem Epithele; *z* Epithelreste der Zahnleiste.

en Theilen besteht. Einmal aus einer Zellenlage, welche dem Zahnkeime, dem sich bildenden Zahne dicht anliegt und aus hohen, cylindrischen Zellen —40 μ Länge und 4—7 μ breiten Zellen, den Schmelzzellen oder Amelo-, besteht, deren Gesammtheit als inneres Epithel (*Koelliker*) oder melzhaut, *Membrana adamantinae* (*Raschkow*) net wird. Dieses innere Epithel geht an der Basis hnpapille in niedere Zellen über, welche sich mit Umschlagsrande auf die innere Wand des Zahnens fortsetzen und welche *Koelliker* als äusseres el des Schmelzorganes bezeichnete. Dieses säussere , von *Nasmyth* entdeckt, von *Guillot* zuerst det und von *Robin* und *Magitot* genauer been, besteht beim Menschen aus platten Zellen im von 11 μ Durchmesser, welche nach *Koelliker* Fettkörnchen enthalten; dasselbe stellt jedoch infach hautartige Lage dar, wie das innere, sondern einer Menge kleinerer und grösserer, ganz und gar llen gebildeter, nach aussen gerichteter und an em Zahnfleische zugewendeten Theile, besonders her Fortsätze, den Epithelialsprossen des Schmelz-, versehen, zwischen welche die Gefässzotten des ckchens hineinragen, so dass durch die beiderlei ragungen eine innige Verbindung von Zahnsäcknd Schmelzorgan zu Stande kommt. Das innere allertgewebe des Schmelzorganes, auch lzpulpa genannt, gleicht auffallend dem soge- gallertigen Bindegewebe, indem sternförmige, mit ortsätzen anastomosirende Zellen, zwischen welchen weissreiche Flüssigkeit die Lücken erfüllt, das herstellen. Eine genauere Untersuchung ergiebt dass auch diese Sternzellen nichts als umgee Epithelzellen sind, zwischen welchen stark ausge- Intercellularräume sich befinden, während die lularbrücken zu langen, flügelartigen Verbindungen körper geworden sind. Den Uebergang des Gallert- in den Typus eines gewöhnlichen geschichteten bildet die intermediäre Schicht (*Stratum dium*) (Fig. 934 *Jm*), welche aus mehreren Lagen asterepithelzellen besteht, die sich zwischen das Epithel des Schmelzorganes und das eigentliche ewebe einschieben. Diese Zellen sind — wie jene der mittleren Lagen



Fig. 932.

g. 932. Durchschnitt des Schmelzorganes aus dem Säckchen eines Back- des Neugebornen. *a* Aeussere dichte Lage des Zahnsäckchens; *b* innere efässhaltige Lage des Zahnsäckchens mit einem etwas dichteren Gewebe gegen nelzorgan; *c* Schwammgewebe; *e* äusseres Epithel, *d* inneres Epithel des Schmelz- oder Schmelzmembran auf einem festeren Theile der Pulpa, dem sogenannten *intermedium*, aufsitzend.

der Epidermis und des Mundhöhlenepithels — mit Intercellularbrücken versehen, welche an den isolirten Zellen als Stacheln oder Riffe erscheinen, durch welche die Zellen untereinander zusammenhängen und man kann dort, wo die intermediäre Schicht in das eigentliche Gallertgewebe übergeht, deutlich verfolgen, wie durch Ausweitung der Intercellularräume die ausgedehnten Lücken zwischen den sternförmigen Zellen der Schmelzpulpa entstehen, was zuerst *Annell* nachwies. Die intermediäre Schicht ist nur über dem oberen Theile der Zahnkrone deutlich entwickelt, verdünnt sich aber am Seitenabhange immer mehr und ist nahe dem Umschlagsrande des inneren in das äussere Epithel nicht mehr zu unterscheiden. Bei ihrer ersten Anlage sind die Schmelzorgane, wie der Schmelzkeim aus dicht gedrängten Zellen zusammengesetzt, doch besteht schon zur Zeit der Bildung des Schmelzkeimes ein geschichtetes Epithel am Kieferrande, dessen oberflächliche Zellen mehr rundlich oder platt, dessen tiefe Zellen cylindrisch sind. Die kolbigen Schmelzorgane zeigen dementsprechend oberflächliche cylindrische und innen mehr rundliche Zellen, welche sich beide durch mitotische Theilung vermehren. Erst nach der Einstülpung der Schmelzorgane durch den Zahnkeim tritt dann die eigentliche Schmelzpulpa durch Bildung von Intercellularräumen auf und wachsen die Zellen des inneren Epithels zu hohen, regelmässigen Cylinderzellen heran und noch später zeigen sich die Knospenbildungen am äusseren Epithel. Das äussere und das innere Epithel entsprechen, wie die Entwicklung ohne Weiteres ergiebt, der tiefen oder basalen Schicht eines geschichteten Epithels. Die mitotischen Zelltheilungen hören in der Schmelzmembran auf, wenn einmal die Schmelzbildung beginnt, wie ebenfalls *Canalis* (l. c.) zuerst gefunden hat. Das Gallertgewebe des Schmelzorganes ist am mächtigsten unmittelbar vor dem Eintritte der Verzahnung und in den ersten Zeiten derselben, so im fünften und sechsten Monat 1—1,4 mm dick, beim Neugeborenen dagegen nur noch 0,35—0,45 mm. Das Schmelzorgan ist, wie ein typisches Epithelgewebe, gefässlos und gehören die Gefässe, die zwischen die Epithelknospen des Schmelzorganes eindringen, ausschliesslich der inneren Schicht des Zahnsäckchens an. Obwohl *Koelliker* nachwies, dass das Schmelzorgan selbst keine Blutgefässe enthält, halten trotzdem noch einige Autoren, so *Boedecker* und *Williams* an der älteren, irrthümlichen Annahme fest, die Schmelzpulpa führe Blutgefässe. Die Bildung der Hartgewebe der Milchzähne beginnt am Ende des fünften Fötalmonats und im siebenten Monat ist dieselbe überall im Gange. Die Verzahnung nimmt ihren Anfang an der Spitze der Zahnpulpa mit der Bildung von kleinen Scherbchen von Zahnbein, welche bei den Mahlzähnen entsprechend den Hügeln des Keimes mehrfach sind, jedoch bald mit einander verschmelzen. Gleich nach dem Auftreten eines Zahnbeinscherbchens entsteht auch von dem Schmelzorgane aus eine dünne Lage von Schmelz, die sich mit dem Zahnbeine innig verbindet und so die erste Anlage der Zahnkrone bildet. Weiter dehnt sich das Zahnbeinscherbchen über die Pulpa aus und wird dicker, so dass es bald wie eine Mütze auf dem Keime sitzt (Fig. 931) und schliesslich denselben wie eine Kapsel umfasst. Indem das Zahnbein an Dicke zunimmt, wird in demselben Maasse der von ihm umschlossene Theil des Zahnkeimes kleiner; zugleich wird die Schmelzablagerung immer mächtiger und greift mehr und mehr gegen die Zahnhalsregion der zukünftigen Krone. So bildet sich schliesslich der ganze Schmelz um die Dentinlage der

Krone, während zugleich die Schmelzpulpa mehr und mehr an Masse abnimmt und endlich auch die Schmelzepithelien schwinden, wenn als letztes Bildungsprodukt der Schmelzzellen auf die Zahnkrone das Schmelzoberhäutchen sich ablagert. Doch bleibt der Rest des Schmelzorganes nach dem Schwinden der Schmelzzellen und der Lücken der Schmelzpulpa bis zum Durchbruche des Zahnes erhalten und erscheint zu dieser Zeit wie ein die Zahnkrone bedeckendes, geschichtetes Pflasterepithel. Vom Cemente und der Zahnwurzel ist aber noch immer nichts da; dieselben entstehen erst, wenn die Krone ziemlich fertig ist und der Zahn zum Durchbruche sich anschickt. Um diese Zeit wächst — nach der schönen Entdeckung *v. Brunn's* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX) — der Umschlagsrand des Schmelzorganes an der Basis der Zahnpapille in Form einer Epithelscheide, welche nur aus zwei Zellenlagen — der Fortsetzung des äusseren und des verdünnten inneren Epithels des Schmelzorganes — besteht, mit dem sich verlängernden Zahnkeime fort und bestimmt gleichsam die Form der Wurzel. Bei den einwurzeligen Zähnen wächst die Epithelscheide einfach fort bis zur Spitze der zukünftigen Wurzel; bei den mehrwurzeligen Mahlzähnen spaltet aber die Epithelscheide den fortwachsenden Zahnkeim in mehrere den einzelnen Wurzeln entsprechende Abtheilungen. Die Ausbildung des Zahnbeines und des Cementes der Wurzel schreitet hinter der modellirenden Anlage durch die Epithelscheide von der Krone gegen die Wurzelspitze allmählich vor. Das Zahnbein der Wurzel bildet sich, wie in der Krone, an der Oberfläche des Zahnkeimes unter der Epithelscheide, welche eine Fortsetzung des hier nicht mehr Schmelz bildenden Schmelzorganes ist. Die Cementbildung geht von der inneren Wand des Zahnsäckchens aus, indem knochenbildende Zellen die Epithelscheide durchbrechen und zerstören und nun eine dünne Knochenschicht, das Cement, auf das Zahnbein ablagern. Durch die allmähliche Verlängerung der Wurzel und Wachsthumsvorgänge in den angrenzenden Theilen wird die Krone mehr und mehr an die ihr anliegende Wand des Zahnsäckchens und das mit demselben verwachsene feste Zahnfleisch gedrängt und bricht allmählich durch diese Theile, in welchen auch selbständig ein Schwinden eintritt, hindurch und kommt endlich zu Tage. Nun zieht sich das Zahnfleisch um den Zahn zusammen und das durchbrochene Epithel des Kieferrandes verwächst mit dem Reste des Schmelzorganes, welches zum Theile zum Epithel des Zahnhalses wird, während der nicht durchbrochene Theil des Zahnsäckchens eng an die Wurzel sich anlegt und zum Periost der Alveole wird. Seine Vollendung erhält der Milchzahn dadurch, dass 1. noch der Rest der Wurzel angesetzt wird, wodurch die Krone bald in normaler Länge hervortritt, wobei die Epithelscheide das fortwachsende Ende, soweit Zahnbein gebildet wird, überzieht, während sie im Uebrigen bis auf einzelne, inselartige Reste bereits verschwunden ist. 2. Dass durch die aus dem Zahnsäckchen hervorgehenden Osteoblasten das Cement der Wurzel ausgebildet wird, wobei zugleich — wegen des Zusammenhanges der Faserbündel des Cementes mit den *Sharpey*schen Fasern der Alveolenwände — die den Zahn mit der Alveole verbindende Wurzelhaut aus dem die Wurzel bedeckenden Theile des Zahnsäckchens hervorgeht. Der Durchbruch der Milchzähne geschieht in folgender Weise: Innere Schneidezähne des Unterkiefers im 6.—8. Monate, jene des Oberkiefers einige Wochen später, äussere Schneidezähne im 7.—9. Monat, die des Unterkiefers zuerst, vordere Mahlzähne im 12.—14. Monat, die des Unterkiefers zuerst,

Eckzähne im 15.—20. Monat, zweite Mahlzähne zwischen dem 20.—30. Monat.

Die bleibenden Zähne entwickeln sich in derselben Weise wie die Milchzähne. Ihre Verzahnung beginnt zur Zeit der Geburt in den ersten bleibenden Mahlzähnen, schreitet im ersten, zweiten und dritten Jahre auf die Schneidezähne, Eckzähne und Backenzähne fort, so dass im sechsten und siebenten Jahre zu gleicher Zeit 48 Zähne in den Kiefern enthalten sind, nämlich 20 Milchzähne und alle bleibenden mit Ausnahme der Weisheitszähne. Beim Zahnwechsel werden die knöchernen Scheidewände, welche die bleibenden von den Milchzähnen trennen, aufgesaugt und zugleich schwinden die Wurzeln durch Ostoklasten (siehe Bd. I S. 347), welche sowohl im Zahnbeine als Cemente zahlreiche *Howship*'sche Lakunen erzeugen, die manchmal, wie schon *J. Tomes* wusste, auch im Schmelze zu finden sind. Durch besondere Wachsthumsvorgänge, jedenfalls nicht ausschliesslich durch die Verlängerung der sich bildenden Wurzeln kommen die bleibenden Zähne unter die lose gewordenen Kronen der Milchzähne zu stehen, die endlich ausfallen und den ersteren den Platz einräumen. Das Hervorbrechen der bleibenden Zähne geschieht in der Regel in folgender Ordnung: Erster Mahlzahn im siebenten, medialer Schneidezahn im achten, seitlicher Schneidezahn im neunten, erster Backenzahn im zehnten, zweiter Backenzahn im elften, Eckzahn im zwölften Jahre, zweiter Mahlzahn im dreizehnten, Weisheitszahn zwischen dem 17. und 19. Jahre oder noch später.

Das Zahnfleich des Neugeborenen vor dem Durchbruche der Zähne ist weisslich und sehr fest, fast von der Dichtigkeit des Knorpels, weshalb es auch wohl Zahnfleischknorpel genannt wurde, obschon es in seinem Baue mit Knorpel keine Aehnlichkeit hat, sondern aus faserigem Bindegewebe besteht, wie es auch im Alveolarperioste sich findet. Die sogenannten *Serres*'schen Drüsen sind, wie *Koelliker* (in mikr. Anat. II. 2. S. 95) entdeckte, Epithelanhäufungen und, wie bereits erwähnt wurde, nichts als Reste des embryonalen Schmelzkeimes. Solche Reste des Schmelzkeimes können sich auch, hervorgegangen aus der Epithelscheide der Wurzel, in der Wurzelhaut finden. Die epithelialen Reste des Schmelzkeimes im Zahnfleische zeigen häufig exquisite Formen von konzentrischer Schichtung, Epithelperlen, wie sie auch als Rest der Gaumennaht in der Schleimhaut der *Papilla incisiva* und des harten Gaumens sich finden (siehe § 213).

Die Vorgänge bei der Entwicklung der Zähne wurden hier nur in den Hauptzügen besprochen und muss bezüglich der Einzelnheiten auf die Specialwerke verwiesen werden.

In der Mitte dieses Jahrhunderts herrschte die von *Arnold* und besonders von *Goodsir* begründete Lehre, der zu Folge die Zahnentwicklung mit der Bildung einer Furche längs der Kieferränder beginnen sollte, in deren Tiefe dann die Zahnkeime sich erheben. Diese sollten dann von Zahnsäckchen umhüllt werden, indem einerseits die Furchenränder verwachsen, anderseits selbständig auftretende Scheidewände die Furche in den einzelnen Zahnanlagen entsprechende Abtheilungen zerlegen. Auch *Koelliker* schloss sich anfänglich (Mikrosk. Anat.) dieser Lehre an. *Marcusen* hatte bereits 1849 den Ursprung des Schmelzes aus dem Epithele der Mundschleimhaut behauptet, denselben aber keineswegs sicher nachgewiesen, indem er das Schmelzorgan, abgesehen von der Schmelzmembran, als einen Theil des Coriums betrachtete. Das ganze Schmelzorgan erklärte zuerst *Huxley* als epithelial, ohne jedoch bestimmte Beweise für diese Ansicht anführen zu können. Nachdem aber *N. Guillot* sowie *Robin* und *Magitot* so weit gegangen waren, jede Beziehung der Zahnanlagen zur Schleimhautoberfläche in Abrede zu stellen und die Zähne in der Tiefe der *Submucosa* entstehen liessen, sah sich *Koelliker* veranlasst, die Zahnentwicklung an Rindsembryonen eingehend zu unter-

suchen. Die Resultate dieser Arbeit (in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, 1863), welche durch die beistehende Figur 933 erläutert wurden, bilden nun die Grundlage für die heute geltende Lehre von der Zahnentwicklung. Es wurde hier zuerst mit Bestimmtheit die Bildung des epithelialen Schmelzkeimes und die Entwicklung der Schmelzorgane aus demselben nachgewiesen. Die späteren Untersuchungen von *Waldeyer, Hertz, Dursy, Kollmann, Legros* und *Magitot, Baume, Bödecker, Pouchet* und *Chabry, Morgenstern, Schwink* u. A. haben das Wesentliche der grundlegenden Arbeit *Koelliker's* bestätigt und insbesondere hat *Waldeyer* die Entwicklung des Schmelzkeimes beim Menschen zuerst genauer dargelegt. Es blieben nur einige Punkte, welche weniger in histogenetischer Beziehung, als vielmehr für die Dentitionsfrage von Bedeutung sind, nicht völlig aufgeklärt, so namentlich die Bildung der Anlagen der bleibenden Zähne, welche *Koelliker* als besondere Auswüchse, die sekundären Schmelzkeime, aus dem Reste des Schmelzkeimes hervorgehen liess und die erste Entstehung der bleibenden Mahlzähne. Diese Fragen blieben lange Zeit offen und erst in neuerer Zeit ist es *Röse, Leche* und *Kükenthal* gelungen das Verhalten der Zahnleiste zu den bleibenden Zähnen aufzuklären und festzustellen, dass dieselben aus der fortwachsenden ursprünglichen Zahnleiste hervorgehen, nachdem bereits *R. Baume* die von den Milchzähnen völlig unabhängige Entwicklung der bleibenden Zähne behauptet hatte. Mit Hilfe der neueren embryologischen Technik — Anwendung der Serienschnitt- und Plattenmodellirmethode — und durch Verwendung eines sehr reichen Materiales hat *Röse* die Beziehungen der einzelnen Zahnanlagen zur Zahnleiste beim Menschen genau darzustellen vermocht. Statt des von *Koelliker* gebrauchten Ausdruckes „Schmelzkeim" hat sich, namentlich durch *Röse* und *Kükenthal* mehr und mehr die von *O. Hertwig* zuerst in den Untersuchungen über die Zähne der Selachier und Amphibien eingeführte Bezeichnung Zahnleiste eingebürgert, was mit Rücksicht auf den Umstand berechtigt erscheint, dass die Begriffe „sekundärer Schmelzkeim" und Schmelzorgan nicht selten verwechselt wurden und ferner mit Rücksicht auf die erst durch *A. v. Brunn* festgestellte und von *Röse* auch für den Menschen bestätigte Thatsache, dass die als Schmelzorgane bezeichneten Produkte der Zahnleiste keineswegs nur zur Schmelzbildung, sondern zur Bildung der ganzen Zähne in Beziehung stehen. *Leche* gebraucht statt Zahnleiste die, nach dem eben Bemerkten wohl weniger zweckmässige Bezeichnung Schmelzleiste. Die überreiche Namengebung, welche insbesondere von *Morgenstern* für die verschiedenen Theile der Zahnleiste und ihrer Verbindungen mit den Schmelzorganen versucht wurde, ist durch die nun gewonnene Einsicht über die Beziehungen der Zahnleiste zu den einzelnen Zahnkeimen wohl überflüssig geworden, umsomehr, als viele dieser Namen auf irrigen Voraussetzungen beruhten. In neuerer Zeit hat *H. Klaatsch* (in Morph. Jahrb. Bd. 21) den Versuch gemacht

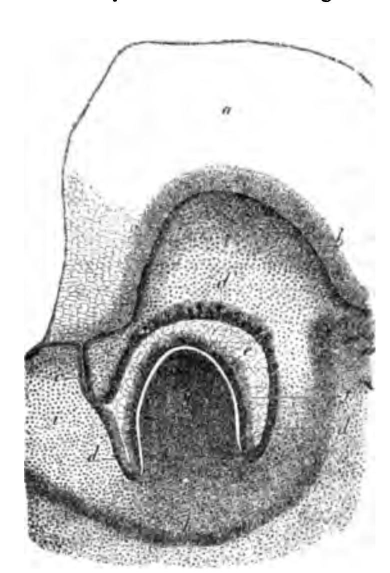


Fig. 933.

Fig. 933. Ein Stückchen des Gaumens eines Rindsembryo mit dem rechten Zahnwalle. *a* Zahnwall, wesentlich aus einer Verdickung des Epithels bestehend; *b* Tiefste Lagen des Epithels; *c* Rest des Schmelzkeimes mit dem Schmelzorgane *d, e, f* verbunden; *d* Aeussere Epithelschicht des Schmelzorganes; *d'* Epithelialsprossen desselben; *e* Gallertiges Epithel des Schmelzorganes; *f* Inneres Epithel des Schmelzorganes oder Schmelzmembran; *g* Zahnkeim; *h* Erste Andeutung der festeren Bindegewebslage des Zahnsäckchens; *i* Aeusserste Theile der Schleimhaut, die z. Th. in die innere weiche Bindegewebsschicht des Zahnsäckchens sich umwandeln. Vergr. 23.

die Bildung des Zahnbeines und der Knochen auf Elemente des oberen Keimblattes zurückzuführen, indem er die Osteoblasten und Odontoblasten (Skleroblasten, *Klaatsch*) aus diesem Keimblatte in die Tiefe gelangen lässt; eine Aufstellung, die jedoch sicherlich keine Berechtigung hat, indem gerade bei den Zahnanlagen die Grenze zwischen der epithelialen Zahnleiste und dem sich entwickelnden Dentinkeime von allem Anfange an eine sehr scharfe ist, welche nur an Schiefschnitten verwischt erscheinen kann.

Zur Erklärung der Bedeutung der Zahnleiste für den Dentitionsvorgang wurden vergleichende Untersuchungen über den Zahnwechsel bei niederen Thieren herangezogen, namentlich bei den Selachiern, bei welchen fortwährend neue Zahnreihen entstehen, in dem Maasse als ältere Zahnreihen durch Abnützung zu Grunde gehen. Insbesondere haben hier die oben citirten Arbeiten *O. Hertwig*'s und die Untersuchungen von *Ch. Tomes*, *Röse* u. A. neue Gesichtspunkte eröffnet. Während die Placoidschuppen oder Hautzähne der Selachier aus einfachen Papillen sich entwickeln, deren Hautepithel die Rolle eines Schmelzorganes, bezw. der Epithelscheide eines Zahnes übernimmt, entstehen die Zahnreihen der Kieferzähne längs einer tief in das Bindegewebe einwuchernden epithelialen Zahnleiste, welche nach einander die Schmelzorgane für die reihenweise sich bildenden Zahnkeime abgiebt. Auf diesen Typus wurde der Zahnwechsel der Säugethiere und des Menschen unter der Annahme zurückgeführt, dass von der grossen Zahl allmählich sich ersetzender Zahnreihen, welche ähnlich wie bei den Selachiern auch bei den Reptilien sich finden, in der Regel nur mehr zwei Zahnreihen übrig blieben, dass mithin aus einem polyphyodonten Gebisse ein diphyodontes geworden ist. Weiter auf diese, und entgegenstehende, zu den weitgehendsten Spekulationen führenden Annahmen einzugehen, würde hier nicht am Platze sein und verweise ich bezüglich des gegenwärtigen Standes der Theorien der Dentition und der gegenseitigen Beziehungen der Zahnsysteme der Wirbelthiere auf die zusammenfassenden Darstellungen von *Schwalbe* (in Verhandl. d. anat. Ges. VIII, 1894) und *Röse* (in *Merkel* u. *Bonnet*, Ergebnisse d. Anat. IV. Bd. 1894), in welchen auch die umfangreiche Litteratur dieses Gegenstandes zusammengestellt ist.

Die Erkenntniss, dass die Schmelzorgane der Zähne nicht ausschliesslich zur Bildung des Schmelzes, sondern zur Formbildung der ganzen Zähne einschliesslich der Wurzel in Beziehung stehen, wurde erst spät gewonnen. Im Jahre 1874 wies *Ch. Tomes* zuerst nach, dass bei dem Gürtelthiere *Tatusia peba* bei der Zahnentwicklung ein Schmelzorgan auftritt, obwohl die Zähne dieses Thieres, wie jene der Edentaten überhaupt, stets schmelzlos sind. *A. v. Brunn* erkannte 1886 zunächst an den Zähnen der Ratte, dann aber auch für andere Säugethiere, dass das Schmelzorgan die ganze Zahnwurzel vorbildet, und dass das Zahnbein überall nur dort auftritt, wo eine Epithelscheide den Zahnkeim berührt. Diese Bedeutung des Schmelzorganes kommt nicht bloss den beständig fortwachsenden Zähnen, z. B. den Schneidezähnen der Nager zu, sondern auch den Zähnen mit geschlossenen Wurzeln von beschränktem Wachsthume, zu welchen die Zähne des Menschen gehören. Das Vorhandensein der Epithelscheide an den Wurzeln der Menschenzähne wurde von *A. v. Brunn* (in Arch. f. mikr. Anat. XXXVIII) in einer späteren Arbeit festgestellt und von *C. Röse* und *W. Leche* bestätigt. Da alle echten Dentinzähne in den verschiedensten Klassen der Wirbelthiere bei ihrer Entwicklung eine dem Schmelzorgane der Säugethiere analoge Epithelscheide zeigen, hat *Röse* den Satz aufgestellt, „dass regelrechtes Zahnbein stets nur von der Innenfläche einer epithelialen Mantelform, der Epithelscheide, seinen Ausgang nehmen kann." Dass dieser Satz in seiner Allgemeinheit nicht aufrecht erhalten werden kann, zeigte schon der Befund *F. Markert*'s (in Zool. Jahrb. Anat. Abth. IX. Bd.), welchem zufolge das zweifellose Dentin des Stammes der Flossenstacheln von Acanthias ohne bedeckende Epithelscheide gebildet wird. Aber auch *Röse* selbst (in Anat. Anz. Bd. XIV) theilt Thatsachen mit, welche die Entwicklung von Hartgeweben bei Knochenfischen, die im Baue mit echtem Zahnbeine völlig übereinstimmen, unabhängig von einer Epithelscheide darthun. So besteht das *Parasphenoid* und der *Vomer* des Hechtes aus Zahnbein mit echten Zahnkanälchen und auch das im Innern der Zahnkeime bei *Myliobates* unabhängig von der Epithelscheide sich entwickelnde Dentin, das sog. Trabeculardentin, hat dieselbe Struktur wie jenes, das sich unter der Epithelscheide dieser Zähne entwickelt. Der oben angeführte Satz *Röse*'s muss daher dahin eingeschränkt werden, dass Zahnbein, welches unter der Epithelscheide des Zahnes sich entwickelt, als echtes oder regelrechtes

bezeichnet wird, während Zahnbein, welches unabhängig von einer Epithelscheide entsteht, als Trabeculardentin vom echten Dentin unterschieden wird. Es handelt sich also nur um die verschiedene Bezeichnung ein und desselben Gewebes je nach der Art seiner Bildung; es wäre aber ein Irrthum zu glauben, dass die Anwesenheit einer Epithelscheide stets die nothwendige Vorbedingung für die Bildung von Zahnbeingewebe sei.

Durch die neueren Untersuchungen über die ersten Vorgänge bei der Bildung der Zahnleiste wurden die alten Vorstellungen über die Bildung einer Zahnfurche erst vollständig verdrängt. Die Zahnleiste entsteht sekundär aus einer Epithelverdickung, welche die gemeinsame Anlage der Zahnleiste und der Lippenfurche darstellt. Im Bereiche der eigentlichen Zahnleiste liegt dann eine Furche nur vor, wenn man sich die Epithelleiste wegdenkt oder wenn dieselbe durch Maceration verloren gegangen ist. Am Kieferrande ist im Bereiche des Epitheles, wenigstens beim Menschen, eine primär auftretende Furche nicht vorhanden und die später bemerkbare Furche steht, wie *Röse* bestimmt nachweist, keineswegs zur Zahnbildung, sondern zur Abgrenzung der Kieferschleimhaut von jener der Lippen und Backen in Beziehung. Es stellt sich hiebei eine bedeutende Verdickung des Epitheles ein und gleichzeitig eine eigenthümliche Umwandlung der oberflächlichen Epithelzellen, welche mit den bereits (§ 213 S. 9) vom Lippenwulste des Neugeborenen beschriebenen Bildungen (Fig. 849) übereinstimmt. Die Zellen erscheinen wie von derben Membranen umhüllte Blasen.

Koelliker hat die Epithelverdickung über der Zahnleiste bei den Wiederkäuerembryonen, welche jedoch topographisch nicht der analogen Epithelverdickung beim Menschen entspricht, als „Zahnwall“ (Fig. 933) bezeichnet, ein Ausdruck, welchen *Marcusen* für die beiden freien Säume, welche die Zahnfurche begrenzen, gebrauchte, und welche *Dursy* als Zahnfurchenlippen benannte. Ein Zahnwall im Sinne *Marcusen*'s existirt nun beim menschlichen Embryo nicht, wohl aber findet sich zur Zeit der Abgrenzung der Lippenfurche die erwähnte Epithelverdickung mit den eigenthümlich umgewandelten Zellen, welche jedoch nichts mit der Zahnbildung zu thun hat. Die Bildung der Zahnleiste und Lippen-Wangenfurche bei den Wiederkäuern, besonders beim Schafe, untersuchte eingehend *A. Hoffmann* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58), welcher nachzuweisen suchte, dass es bei diesen Thieren in den Regionen der Kiefer, in welchen keine Zähne gebildet werden, also insbesondere im vorderen Theile des Oberkiefers und im Zwischenkiefer, auch zu keiner Trennung von Zahn- und Lippenfurchenleiste kommt, was indessen für das Rind von *C. Röse* und *O. Bartels* (in Morph. Arb. von *Schwalbe* Bd. VI) nicht bestätigt werden konnte. — Nach *Ch. Creighton* (in Micr. Research. of the formative property of Glycogen, London 1896) enthält bei Embryonen das Epithel des Kieferrandes Glykogen; bei den Nagezähnen der Nager auch die Zellen des Schmelzorganes.

§ 232.

Entwicklung der Zahngewebe. Von den drei Geweben, welche die Zähne bilden, entstehen zwei, das Zahnbein und das Cement, in ähnlicher Weise wie das Knochengewebe; dagegen hat der Schmelz eine Entwicklung ganz eigener Art und stellt eine mächtige Cuticularbildung dar.

Das Zahnbein nimmt seine Entstehung von den Zellen der Oberfläche der Zahnpapille, den Elfenbeinzellen oder Odontoblasten. Bevor jedoch diese Bildungszellen als eine besondere Lage von den tiefer liegenden Zellen des Zahnkeimes deutlich sich absondern, lässt sich bereits eine dünne, homogene Schicht als Begrenzung des Zahnkeimes bemerken, welche bei Behandlung frischer Objekte mit Essigsäure als ein Häutchen sich von der Oberfläche streckenweise deutlich ablöst und welche von *Raschkow* als *Membrana praeformativa* bezeichnet wurde. Da dieses ablösbare Häutchen zwischen der Zahnpapille und dem, denselben bedeckenden Schmelzorgane seine Lage hat, bildet dasselbe eine Grenzschicht zwischen der Zahnpapille und dem inneren Epithel des Schmelzorganes.

An Schnitten fixirter Objekte kann man jedoch die *Membrana praeformativa* keineswegs als eine gegen die Zahnpapille scharf abgegrenzte Lage erkennen und es ist daher dieselbe nur eine homogene Oberflächenschicht, welche überall mit der Grundmasse, in welche die Zellen der Zahnpapille eingelagert sind, zusammenhängt. Die *Membrana praeformativa* ist die erste Spur des sich bildenden Zahnbeines, wie sich aus der Untersuchung etwas älterer Zahnkeime, an welchen eben die ersten Zahnbeinscherbchen auftreten, erkennen lässt. An solchen Zahnkeimen kann man von der Basis gegen die Spitze der Papille an Schnitten, welche durch die Längsachse der Zahnanlage geführt sind, die auf einander folgenden Stadien der Zahnbeinentwicklung neben einander verfolgen (Fig. 934). Während nahe der Basis der Papille nur die der *Membrana praeformativa* entsprechende dünne, homogene Schicht oberflächlich zu sehen ist, sieht man weiter oben dieselbe direkt in allmählich dicker werdendes, zunächst unverkalktes Zahnbein übergehen (Fig. 934 *MD'*). Noch weiter gegen die Spitze des Zahnscherbchens bemerkt man dann noch eine allmählich dicker werdende Lage von verkalktem Zahnbeine (Fig. 934 *DD*). Es kann demgemäss wohl kaum ein Zweifel darüber sein, dass die *Membrana praeformativa* sich direkt in die oberflächlichste Lage von Zahnbein umwandelt, welche indessen von besonderer Beschaffenheit ist, indem sie keinerlei Zahnkanälchen oder Zellfortsätze enthält und auch der Fibrillen ermangelt, wie *ich* aus dem Fehlen der Doppelbrechung in dieser Schicht erschliesse. Die Odontoblasten, welche dem sich ablagernden Zahnbeine dicht anliegen, sind am Grunde der Zahnpapille noch nicht als solche erkennbar; weiter nach aufwärts treten sie, zunächst als

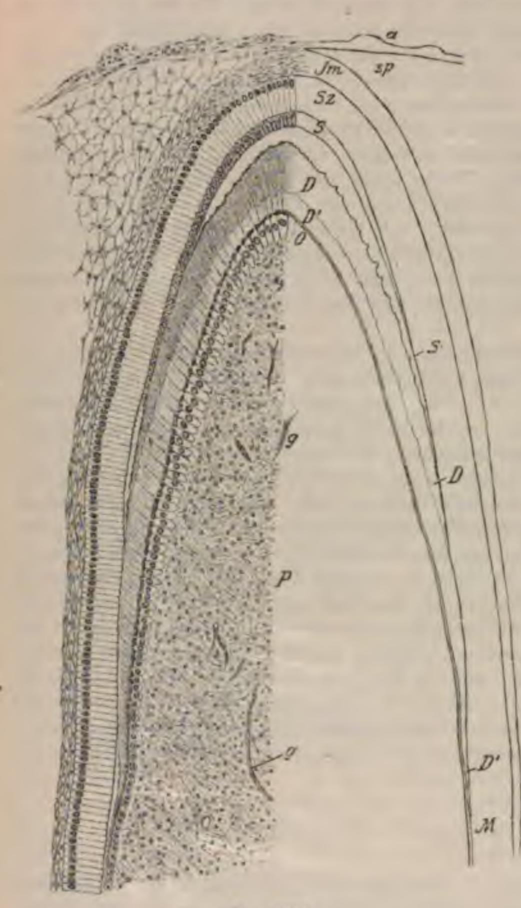


Fig. 934.

Fig. 934. Sagittalschnitt durch den medialen unteren Milchschneidezahn vom fünfmonatlichen Embryo. Vergr. 140. *D* Verkalktes, *D'* unverkalktes Dentin; *Jm* Intermediäre Schicht des Schmelzorganes; *M* *Membrana praeformativa*; *O* Odontoblasten; *P* Zahnkeim (Pulpa); *S* Schmelz; *Sz* Inneres Epithel des Schmelzorganes; *a* Aeusseres Epithel; *g* Blutgefässe; *sp* Schmelzpulpa.

eine Lage niedriger, dann aber gegen die Spitze der Zahnanlage immer höher werdender Zellen auf (Fig. 934 *O*). Das unverkalkte Zahnbein, welches im Anschlusse an die *Membrana praeformativa* von den Elfenbeinzellen gebildet wird, erscheint sofort parallel zur Oberfläche fibrillär, wie sich sowohl durch die direkte Untersuchung zerzupfter Präparate bei starker Vergrösserung, als durch den Umstand ergiebt, dass dasselbe deutlich doppelbrechend ist, im Gegensatze zu der aus der *Membrana praeformativa* hervorgehenden Oberflächenschicht. Gleichzeitig zeigt dieses eigentliche Zahnbein auch von allem Anfange an deutlich die in dasselbe eingelagerten, die fibrilläre Grundmasse senkrecht zur Fibrillenrichtung radiär durchsetzenden *Tomes*'schen Fasern — die Protoplasmafortsätze der Elfenbeinzellen — und damit die ersten Anlagen der Zahnkanälchen, welche nichts anderes sind als die röhrenförmigen Hohlräume der fibrillären Grundsubstanz, in welcher die Protoplasmafortsätze der Elfenbeinzellen eingelagert sind. Die Elfenbeinzellen zeigen dort, wo das Zahnbein bereits eine merkliche Dicke erreicht hat, periphere Fortsätze, welche in der Regel ungetheilt von der Zelle abgehen; von weiter abwärts gegen den zugeschärften Rand des Zahnscherbchens gelegenen Stellen erhält man dagegen bei der Isolation Elfenbeinzellen mit mehreren Fortsätzen. Es stehen diese Thatsachen mit dem Umstande in Beziehung, dass die Zahnkanälchen bezw. *Tomes*'schen Fasern an der Oberfläche des Zahnbeines des fertigen Zahnes sich reichlich verästeln.

Die Bildung des Zahnbeines aus den Elfenbeinzellen kann man sich wohl kaum befriedigend vorstellen, wenn man die Annahme macht, dass das Protoplasma der einzelnen Zellen direkt die leimgebenden Fibrillen der Grundsubstanz bilde, man wird sich vielmehr hier zu der Annahme gezwungen sehen, dass die Zellen an ihrer Oberfläche zunächst eine nicht fibrilläre Substanz bilden, die zu einer gemeinsamen Masse zusammenfliesst und die dann ohne Beziehung der einzelnen Fibrillen zu den einzelnen Bildungszellen fibrillär wird. Die Elfenbeinzellen sind ja mit ihren Körpern und Fortsätzen gerade senkrecht zu der Richtung der leimgebenden Fibrillen orientirt; eine prinzipiell wichtige Thatsache, weil sie zeigt, dass der bei der Bildung leimgebender Fibrillen sonst gewöhnliche Fall des Zusammenfallens der Richtung der Zellausläufer und des grössten Zelldurchmessers mit der Richtung der Fibrillen nicht von fundamentaler Bedeutung sein kann. Die fibrilläre Grundsubstanz des Zahnbeines wird von den Elfenbeinzellen zunächst an der äusseren Oberfläche, dann aber auch zum Theil an den sich berührenden Seitenflächen der Zellen gebildet, wie man namentlich an Stellen, wo das Zahnbein bereits dicker geworden, bei Isolation von Stücken der Elfenbeinhaut bemerken kann. Dort, wo die Elfenbeinzellen am unverkalkten Zahnbeine anliegen, erscheinen dieselben anfänglich meistens abgestutzt und mit einem stärker glänzenden, wie eine Cuticularmembran sich darstellenden Saume versehen (Fig. 935 *e*). Später aber, wenn die Zahnbeinbildung schon längere Zeit im Gange ist, vermisst man diesen Cuticularsaum und sieht die *Tomes*'sche Faser ohne scharfen Absatz aus den Odontoblasten sich fortsetzen (Fig. 935 *a*). Wie *Koelliker* zuerst mit Entschiedenheit betonte, muss das Zahnbein als Bildungsprodukt ein und derselben Lage von Elfenbeinzellen betrachtet werden und liegen keinerlei Thatsachen vor, welche eine Umwandlung ganzer Zellen in Grundsubstanz beweisen können. Man muss sich vielmehr wohl denken, dass dieselben Elfenbeinzellen fortwährend fibrilläre Grundsubstanz

bilden und dabei, aus den reichlich an der Pulpaoberfläche vorhandenen Blutkapillaren sich ernährend, weiter wachsen, wobei ihre peripheren Enden sich allmählich in die *Tomes*'schen Fasern gleichsam ausziehen. Da bei der fortschreitenden Ablagerung des Zahnbeines die von den Elfenbeinzellen bedeckte Fläche immer kleiner wird, erklärt sich, dass die Elfenbeinzellen allmählich schmäler und nach *Walkhoff* auch kleiner werden. Es sind aber auch nicht selten Elfenbeinzellen zu sehen, deren Kerne Zeichen von Kernschwund (Karyolyse) aufweisen, was auf ein theilweises Zugrundegehen von Elfenbeinzellen hinweist. Die *Tomes*'schen Fasern solcher zu Grunde gehender Zellen verschmelzen dann wohl mit benachbarten Zellkörpern und finden dadurch die Theilungen der Zahnkanälchen in den inneren Theilen des Zahnbeines ihre Erklärung. Vorgänge der mitotischen Theilung sind, wenn einmal die Zahnbeinbildung im Gange ist, an den Elfenbeinzellen nirgends nachzuweisen, ebensowenig, als in den an sie angrenzenden Zellen der Pulpa und weist dies ebenfalls mit Bestimmtheit darauf hin, dass die Bildung der Grundsubstanz des Zahnbeines keineswegs auf einer fortwährenden Umwandlung ganzer Zellen in dieselbe beruht.



Fig. 935.

Die Verkalkung des Zahnbeines geschieht, wie beim Knochen, erst sekundär und so lange überhaupt Zahnbein gebildet wird, ist stets die unmittelbar die Odontoblasten berührende, jüngste Schicht unverkalkt. Im Bereiche der Krone erfolgt nun die erste Verkalkung unter Umständen, welche zu der schon von *Wedl* gehegten und in neuerer Zeit auch von *Walkhoff* gebilligten Annahme nöthigen, dass das zuerst gebildete Zahnbein, kaum entstanden, sofort wieder zum Theil resorbirt wird. Verfolgt man nämlich den äusseren Contour des Zahnbeines, so findet man denselben, so lange noch keine Verkalkung eingetreten, glatt und gleichmässig; im Bereiche des verkalkten Theiles aber mit Gruben bedeckt, die in Form von Kugelsegmenten in die Zahnbeinoberfläche eindringen und je mehr gegen die Spitze des Zahnes, um so deutlicher und tiefer werden. Besonders auffallend zeigt sich dies bei der Verzahnung der bleibenden Zähne; doch sind die Gruben auch an den Milchzähnen gut wahrzunehmen (Fig. 934). Zugleich bemerkt man, dass im Bereiche des verkalkten Zahnbeines die Zahn-

Fig. 935. Isolirte Odontoblasten *A* und Schmelzzellen *B* von einem Schneidezahne des Neugebornen. *Müller*'s Flüssigkeit. Vergr. 450. *a*, *b* Odontoblasten vom oberen Theile der Krone; *c*, *d*, *e* vom Seitenabhange gegen die Grenze des Zahnbeines. *K* Homogene Masse einen *Tomes*'schen Fortsatz bedeckend; *c* Cuticularsaum; *f* Fussplatten; *t* *Tomes*'sche Fortsätze (Anlage der Prismen) der Schmelzzellen.

kanälchen bezw. *Tomes*'schen Fasern bereits bis an die Schmelzgrenze reichen, während sie in der Region, in welcher die Oberfläche des Zahnbeines unverkalkt ist, in einer homogenen Oberflächenschicht, welche aus der *Membrana praeformativa* hervorging, sich verlieren. Die Entstehung der Gruben und die Freilegung der Enden der Zahnkanälchen weist bestimmt auf eine theilweise Zerstörung der zuerst gebildeten Zahnbeinlage hin. Die Zerstörung muss entweder von den Schmelzzellen selbst oder aber von dem in Bildung begriffenen Schmelze, der ja fast gleichzeitig mit der ersten Zahnbeinablagerung auftritt, ausgehen. Die Annahme einer resorbirenden Wirkung der Schmelzzellen auf das zuerst gebildete Zahnbein wird auch durch die Thatsache nahe gelegt, dass im Bereiche der Zahnwurzel, wo kein Schmelz gebildet wird, die Gruben an der Oberfläche des Zahnbeines fehlen und die homogene Oberflächenschicht, welche aus der *Membrana praeformativa* hervorgeht, erhalten bleibt.

Die Ablagerung der Kalksalze erfolgt im Ganzen Schicht auf Schicht in dem Maasse, in welchem die Zahnbeinbildung fortschreitet, wie schon *J. Hunter* auf Grund von Untersuchungen mit Krapp gefütterter Thiere erschloss, bei welchen sich das während der Krappfütterung verkalkende Zahnbein ebenso roth färbt, wie der gleichzeitig gebildete Knochen. Die Grenze des verkalkten Zahnbeines gegen das noch unverkalkte Zahnbein zeigt jedoch keine glatte Fläche; die Verkalkungsgrenze greift vielmehr mit zahlreichen gewölbten, bis halbkugeligen oder auch mehr als die Hälfte einer Kugel umfassenden Vorsprüngen — den Zahnbeinkugeln *Koelliker*'s (s. § 227) — gegen das unverkalkte Zahnbein vor, besonders auffällig bei der Verkalkung der bleibenden Zähne. Beim Fortschreiten der Verkalkung kommt es nun nicht selten vor, dass einzelne kleine Stellen des Zahnbeines überhaupt nicht verkalken und die momentane Verkalkungsgrenze in Form von Zahnbeinkugeln stehen bleibt, worauf neuerlich Verkalkung eintritt, mit kugeligen Vorsprüngen beginnend, die diesmal peripheriewärts gegen das bereits verkalkte Zahnbein gerichtet sind. Auf diese Weise kommt es zur Bildung der früher beschriebenen Interglobularräume (S. 77), welche dementsprechend, wenn sie in grösserer Menge periodisch auftreten, noch am fertigen Zahne die allmähliche Ablagerung des Zahnbeines in immer länger werdenden Schichten (Contourlinien) erkennen lassen (vergl. Fig. 910 S. 83). Im Bereiche der Wurzel kommt es fast regelmässig im Beginne der Verzahnung derselben zur Bildung zahlreicher kleiner Interglobularräume, der sogenannten *Tomes*'schen Körnerschicht, welche im Bereiche der Krone, wohl im Zusammenhange mit den dort an der Oberfläche des Zahnbeines stattfindenden Resorptionsprozessen, nicht zu Stande kommt. Da die Verkalkung des Zahnbeines stets unter Bildung von Zahnbeinkugeln an der Verkalkungsgrenze fortschreitet, findet man die Innenfläche des Zahnbeines gegen die Pulpahöhle an macerirten Zähnen mit rundlichen Vorsprüngen oft dicht bedeckt. Die Ablagerung der Kalksalze erfolgt abhängig von der orientirenden Richtung der leimgebenden Fibrillen wie *ich* aus der Thatsache schliesse, dass mit Erhaltung der leimgebenden Fibrillen entkalktes Zahnbein, ebenso wie Knochen, genau dieselben Erscheinungen der Doppelbrechung zeigt, wie vor der Entkalkung. Dies gilt für die Zahnbeinkugeln, die ja im Allgemeinen nur ein Vorstadium vollständiger Verkalkung sind, ebenso, wie für das völlig verkalkte Zahnbein und ist daher die Struktur der Zahnbeinkugeln von jener der künstlich dargestellten Calcosphäriten, welche

radiär krystallinisch sind, gänzlich verschieden und besteht zwischen den beiderlei Bildungen nur eine oberflächliche Formähnlichkeit (siehe S. 77). Mit der völligen Ausbildung des Zahnbeines werden auch die *Neumann*'schen Zahnscheiden und die feinen federartigen Ausläufer der Zahnkanälchen sichtbar. Ob die letzteren von allem Anfange an angelegt, gleichsam in der verkalkenden Grundsubstanz ausgespart sind, oder ob dieselben, wie *Koelliker* und *ich* selbst glauben, erst sekundär durch Auswachsen von den *Tomes*'schen Fasern aus sich bilden, ist schwer sicher zu entscheiden.

Die Cemententwicklung geht im Wesentlichen nach dem Typus der periostalen Knochenbildung vor sich, wobei die innere Wand des Zahnsäckchens die Rolle des Periostes übernimmt. Doch ist die Cementbildung darin von aller periostalen Knochenentwicklung verschieden, dass ursprünglich das cementliefernde Periost von der Dentinfläche, auf welche es Cement ablagern soll, durch eine doppelte Epithelschicht (*v. Brunn* siehe S. 107), getrennt ist. Diese Epithelscheide wird von der inneren Wand des Zahnsäckchens vor dem Beginne der Cementbildung an vielen Stellen durchbrochen, wobei inselartige Reste von Epithelzellen zwischen dem an das Zahnbein herantretenden Periostgewebe noch übrig bleiben. Wie man die allmähliche Entwicklung von Zahnbein und Schmelz in allen Stadien neben einander findet, wenn man an Längsschnitten einer eben in Anlage begriffenen Zahnkrone, die sich von der Basis der Papille gegen die Spitze folgenden Bilder vergleicht; so zeigen sich auch an einer in der Entwicklung begriffenen Wurzel die jüngsten Stadien in der Region des noch offenen Endes der Wurzel, die ältesten in der Region des Zahnhalses. Während an letzterem bereits Cementbildung im Gange ist, wird die fortwachsende Wurzel gegen das Ende von einer noch zusammenhängenden Epithelscheide überzogen (Fig. 936). Unter der zusammenhängenden Epithelscheide in innigster Berührung mit deren innerem Blatte findet sich unverkalktes Zahnbein. Dort, wo kronenwärts die Unterbrechung der Epithelscheide beginnt, sieht man von dem zellen- und gefässreichen Bindegewebe der inneren Schicht des Zahnsäckchens Zellen bis an die Oberfläche des Zahnbeines heran treten, welche auf der Oberfläche des Zahnbeines selbst eine Lage von Osteoblasten oder — da sie hier Cement zu bilden bestimmt sind —

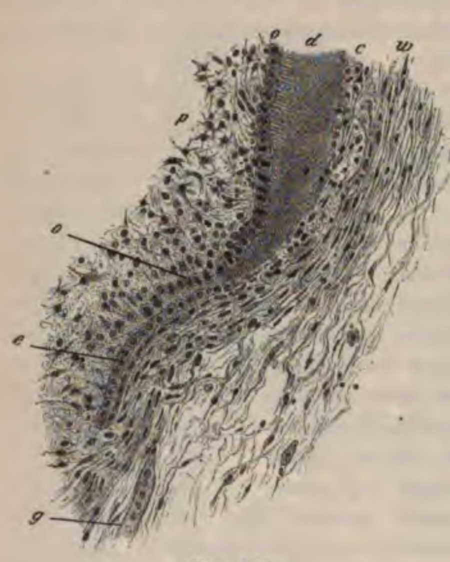


Fig. 936.

Fig. 936. Längsschnitt durch ein noch offenes Wurzelende vom zweiten, eben im Durchbruche begriffenen Milchmahlzahne des Oberkiefers eines $2^{1}/_{2}$jährigen Kindes. Vergr. 200. *c* Cementbildner und Reste der Epithelscheide; *d* Noch unverkalktes Dentin; *e* Epithelscheide; *g* Blutgefäss; *o* Odontoblasten; *p* Pulpa; *w* Faseriges Bindegewebe der Wurzelhaut bezw. des Zahnsäckchens.

Cementbildnern darstellen. Zwischen den Verbindungen der Cementbildnerlage mit dem Zahnsäckchen sieht man überall in grösseren und kleineren Gruppen Nester von dicht sich berührenden Epithelzellen, die Reste der Epithelscheide. Noch weiter kronenwärts liegen die Cementbildner auf bereits verkalktem Zahnbeine auf und zwischen dessen Oberfläche und den Cementbildnern wird eine dünne, an Schnitten homogen erscheinende Lage von unverkalktem Cemente sichtbar, die aber, so bald sie eine messbare Dicke erreicht, sofort positiv doppelbrechend erscheint mit senkrecht zur Oberfläche gerichteter optischer Achse, woraus geschlossen werden darf, dass diese Cementschicht bereits aus senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Fibrillen besteht. Zwischen den Cementbildnern sieht man da und dort auch längere Faserbündel aus dem Cemente in das Bindegewebe des Zahnsäckchens einstrahlen, die Anlage *Sharpey*'scher Fasern. Dieses Bild ändert sich gegen den Zahnhals nur darin, dass das hier immer dünn bleibende Cement theilweise bereits verkalkt erscheint und die Reste der Epithelscheide in weiter auseinander liegenden Gruppen von Epithelzellen zu finden sind. Hat die Wurzel ihre definitive Länge erreicht, so ist die Epithelscheide bis an die Wurzelspitze zerstört und die Cementbildung greift an derselben noch etwas über die Spitze des Zahnbeines herab. Das Cement erhält bei fortschreitender Verdickung von Seiten des Zahnsäckchens, das nun zum Zahnperioste geworden ist, in der eigentlichen Wurzelregion, besonders aber gegen die Wurzelspitzen mehr und mehr den Charakter des lamellösen Knochengewebes; doch sind die *Sharpey*'schen Fasern auch in den späteren Stadien der Cementbildung immer noch besonders zahlreich.

Da die Ablagerung des Cementes auf die äussere Fläche bereits gebildeten Zahnbeines erfolgt, besteht zwischen beiden Geweben kein Uebergang, wohl aber eine innige Verklebung zwischen der äussersten, faserlosen Schicht des Zahnbeines und der innersten Lage des Cementes. Sekundär können sich auch Verbindungen zwischen den Knochenkanälchen des Cementes und den Zahnkanälchen ausbilden; ähnlich wie bei Auflagerung jüngeren Knochengewebes auf älteres durch die verbindenden Kittlinien hindurch die Knochenkanälchen bisweilen nachträglich Anastomosen eingehen. Die typische Cementablagerung erfolgt auf das völlig intakte Zahnbein; ausnahmsweise kann jedoch der Ablagerung des Cementes eine theilweise Resorption von Zahnbein vorausgehen, wobei jedoch schwer zu entscheiden ist, ob ein solcher Vorgang nicht bereits als pathologisch zu betrachten sei.

Der Schmelz entwickelt sich aus den Zellen der Schmelzmembran nach Art einer Cuticularbildung, indem ein- und dieselbe Lage von Schmelzzellen die ganze Schmelzmasse aus sich hervorgehen lässt. Die Schmelzbildung leitet sich damit ein, dass die Schmelzzellen an ihrem dem Zahnbeine zugewendeten Ende zunächst eine Substanz abscheiden, welche wie ein feines Häutchen an Schnitten oder an isolirten Zahnkeimen sich darstellt; bei Isolirung einzelner Schmelzzellen aber als ein cuticularer Deckel derselben erscheint (Fig. 935 *B*, *c*). Soweit dieses Häutchen über den Zwischenräumen, bezw. über der Kittsubstanz der Schmelzzellen liegt, hängt dasselbe offenbar mit den von *Th. Cohn* (Verh. der phys.-med. Ges. in Würzburg 31 N. F. Nr. 4) an der Innenseite der Schmelzzellen beschriebenen Schlussleisten zusammen. Der Körper der Schmelzzellen ist von netzartiger Struktur und enthält unterhalb des Cuticularsaumes grössere

und kleinere Körner oder Tropfen, welche, wie Graf *Spee* nachwies, in Osmiumsäure sich schwärzen. *Th. Cohn* (l. c.) findet bei neugeborenen Katzen über dem, dem Zahnkeime zugewendeten Ende der Zellkerne, doppelte Centralkörper. Die beim Menschen 10—12 μ langen, elliptischen Kerne liegen während der Schmelzbildung mit seltenen Ausnahmen an dem, dem Schmelze abgewendeten Ende der Zellen und lassen sich, wie *Canalis* nachwies und wie *ich, Röse* und *Sachse* (in Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1895. S. 173) bestätigen konnten, an denselben keine Mitosen auffinden, ebenso wenig als an den Zellen in der benachbarten intermediären Zone und Pulpa des Schmelzorganes. Gegen die intermediäre Zone grenzen sich die schmelzbildenden Zellen ziemlich scharf durch eine im Profil glänzende, abgestutzte Fläche ab (Fig. 935 *B, f*), an welcher bei starker Vergrösserung kurze Stacheln, bezw. Intercellularbrücken zu bemerken sind. Die Seitenflächen der Zellen sind durch eine Kittmasse untereinander verbunden. Der junge Schmelz erscheint in dichtester Berührung einerseits mit dem Zahnbeine, anderseits mit den cuticularen inneren Enden der Zellen, welche in den Schmelz sich fortsetzen. Der eben abgelagerte Schmelz ist relativ arm an Kalksalzen, löst sich nicht in Säuren, bräunt sich stark in Chromsäure und Chromsalzen und färbt sich ebenso, wie die im inneren Ende der Schmelzzellen vorkommenden Tropfen, in Osmiumsäure schwarz (Graf *Spee*). Isolirt man die Schmelzzellen nach vorläufiger, längerer Einwirkung von *Müller*scher Flüssigkeit, so erscheint der von den Zellen befreite Schmelz an seiner Anbildungsfläche, wie eine Honigwabe, von zahlreichen Gruben durchsetzt, zwischen welchen eine homogene, gebräunte Masse die Scheidewände bildet. Die aus dem Schmelze losgelösten Zellen zeigen an ihrem herausgerissenen Ende eigenthümliche Fortsätze, welche bis 20 μ und länger sein können, meistens aber kurz abgerissen sind. Diese Fortsätze, von *J. Tomes* zuerst beschrieben und als *Tomes*'sche Fortsätze bekannt, sind, wie *ich* bestimmt glaube, die Anlagen der Schmelzprismen, während das Wabenwerk, aus welchem sie herausgerissen sind, die anfänglich sehr reichliche Kittsubstanz der Prismen darstellt, auf deren Kosten dieselben später sich verdicken. Die *Tomes*'schen Fortsätze zeigen wie junge Schmelzprismen eine Neigung zur Aufsplitterung in Nadeln (Fig. 935 *B, t*) und sind von stark glänzenden, kleineren und grösseren Körnern verkalkter Substanz durchsetzt, welche namentlich an den Enden längerer Fortsätze gut nachweisbar sind. Die *Tomes*'schen Fortsätze oder jungen Schmelzfasern sind schmäler als das innere Ende der Schmelzzellen. Bisweilen erhält man Schmelzzellen isolirt, an deren innerem Ende statt eines *Tomes*'schen Fortsatzes eine glänzende homogene Masse von nahezu derselben Breite wie die Schmelzzelle aufsitzt; es sind dies wohl *Tomes*'sche Fortsätze, welche noch von einer Hülle von Kittsubstanz umgeben sind (Fig. 935 *B, K*). Die erste Bildung des Schmelzes scheint demnach in folgender Weise vor sich zu gehen: das Protoplasma der Schmelzzellen wandelt sich an seinem inneren Ende in eine helle Substanz um, die zunächst wie ein Cuticularsaum der Zelle erscheint, bald aber mit den cuticularen Abscheidungen der Nachbarzellen zu einer continuirlichen Masse zusammenfliesst, die aber weiterhin in der Fortsetzung der Zellen sich in Form der *Tomes*'schen Fortsätze zu Prismen sondert, während der Rest der Masse noch Kittsubstanz der Prismen ist. Damit ist aber der Schmelz noch lange nicht ausgebildet. Die anfänglich weichen *Tomes*'schen Fortsätze werden zu Schmelz-

prismen, indem in Form von Kugeln und Körnern auftretende Kalkmassen untereinander verschmelzen und zugleich die Verkalkung von der Achse der Fortsätze gegen die Peripherie fortschreitet. Anfänglich sind die Prismen dünn, verdicken sich aber auf Kosten der umgebenden Kittmasse, welche mehr und mehr in die Verkalkung mit einbezogen wird. Die Verkalkung und innere molekulare Umbildung der Schmelzprismen schreitet fort, nachdem dieselben bereits auf lange Strecken gebildet sind; denn junge Schmelzprismen zeigen die Neigung zur Längsspaltung und sind positiv doppelbrechend und wegen der relativ noch reichlichen Kittmasse auf längere Strecken isolirbar, während erst im völlig ausgebildeten Schmelze die dicker gewordenen Prismen negative Doppelbrechung und muschelige Quer- und Schrägbrüche beim Zertrümmern zeigen. Die Dicke der Prismen nimmt ferner in der Richtung vom Zahnbeine gegen die Oberfläche absolut zu, was mit einer Dickenzunahme der Schmelzzellen während der fortschreitenden Schmelzbildung Hand in Hand geht. Die mögliche Dicke, welche ein Schmelzprisma erreichen kann, ist wohl durch den jeweiligen Durchmesser einer Schmelzzelle zur Zeit der Ablagerung der entsprechenden Schmelzlage vorgezeichnet. Die komplizirten Biegungen der Schmelzprismen und die Sonderung von Gürteln mit entgegengesetzten Verlaufsrichtungen (*Schreger*'sche Faserstreifen) werden durch Lageveränderungen der Schmelzzellen bewirkt, indem wohl die Richtung der Achse einer Schmelzzelle für die jeweilig gebildeten Abschnitte der Prismen bestimmend ist. An abgelösten grösseren Lamellen der Schmelzmembran, welche einer bereits dickeren Schmelzschicht auflagen, konnte *ich* deutlich in der Aufsicht, mit Hilfe der Methode der parallaktischen Verschiebung erkennen, dass die Schmelzzellen in Gürteln verlaufen, in welchen sie entgegengesetzt geneigt sind. Diese Thatsache, bereits von *Koelliker* (Mikrosk. Anat. II, 2 S. 103) vermuthet, ist für die Bildung der verwickelten Struktur des Schmelzes von wesentlicher Bedeutung. Nach Abschluss der Schmelzbildung entsteht noch das Schmelzoberhäutchen, indem die Schmelzzellen keine Prismen mehr differenziren, sondern eine homogene Membran abscheiden, welche in gewissem Sinne eine Fixirung eines Entwicklungszustandes darstellt, der während der Bildung der Schmelzprismen als Vorstadium der Differenzirung von Prismen und Kittsubstanz erscheint. Dem entsprechend ist, wie sich an jugendlichen, noch nicht völlig ausgebildeten Zähnen mit noch reichlicher Kittsubstanz, beim Entkalken mit Säuren leicht nachweisen lässt, das Schmelzoberhäutchen überall in Zusammenhang mit der interprismatischen Kittsubstanz (Fig. 937), welche Thatsache für sich allein — selbst ohne Kenntniss der Entwicklung — die Auffassung des Schmelzoberhäutchens als Kronencement (siehe unten) unmöglich macht. Das Schmelzoberhäutchen ist daher, wie bereits *Koelliker* als das naturgemässeste



Fig. 937.

Fig. 937. Mit Salzsäure entkalkter Längsschnitt vom Schmelze des bleibenden Eckzahnes eines vierjährigen Kindes. Vergr. 800. *a* Schmelzoberhäutchen; *b* Organischer Rest der Prismen in der Oberflächenschicht; *c* Organischer Rest der Prismen in Form leiterartiger Querwände; *d* Vollständig gelöste Prismen; *k* Kittsubstanz zwischen den Prismen.

annahm, eine — wie der ganze Schmelz — von den Schmelzzellen abgeschiedene Cuticularbildung. Mit der von der Achse nach der Peripherie fortschreitenden Verkalkung der Schmelzprismen nimmt die Kittsubstanz immer mehr ab und ist schliesslich, mit Ausnahme des Bereiches der *Retzius*'schen Linien, nur mehr in sehr geringer Menge zwischen den Schmelzprismen vorhanden. Ueber die Bildung der interprismatischen Schmelzkanälchen, welche Fortsetzungen von Zahnkanälchen darstellen, liegen beim Menschen keine Erfahrungen vor; ob sie — wie die mit den Zahnkanälchen nicht zusammenhängenden Schmelzkanälchen der Nagethiere — ursprünglich unabhängig von den Zahnkanälchen entstehen und erst sekundär mit denselben in Verbindung treten, oder ob die Zahnkanälchen, bezw. *Tomes*'schen Zahnfasern direkt in die benachbarte Kittsubstanz des Schmelzes hineinwachsen, muss ich dahingestellt sein lassen.

Ueber die Bildung des Zahnbeines durch die Odontoblasten herrschen noch immer sehr mannigfaltige Ansichten. Die *Koelliker*'sche Vorstellung, der auch ich in der Hauptsache beistimme, dass das Zahnbein ein Ausscheidungsprodukt einer Schicht von Odontoblasten ist, deren Ausläufer zu den *Tomes*'schen Fasern werden, wurde, obwohl von *Lent, Hertz, Kollmann, Wenzel, Löwe, Baume, Sudduth, Röse* u. A. angenommen, vielfach bekämpft. Doch hat sich derselben in neuester Zeit auch *Waldeyer* angeschlossen und — wie *Röse* mittheilt (in Dental Kosmos 1893) — seine entgegenstehende Ansicht, welche weite Verbreitung gefunden hatte und der zufolge das Zahnbein durch schichtweise Verkalkung ganzer Lagen von Odontoblasten entstehen sollte, aufgegeben. Was den feineren Vorgang anbelangt, so glaube ich noch besonders hervorheben zu sollen, dass die Fibrillen der Grundsubstanz nicht direkt als solche in den Zellen gebildet werden, sondern aus einer von den Zellen ausgeschiedenen Substanz hervorgehen. Wie man sich überhaupt die Entwicklung der leimgebenden Fibrillen vorstellen soll, habe ich auf Grund meiner Untersuchungen über die Chordascheiden der niederen Fische (in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXII, 1896) darzustellen versucht und die Annahme vertheidigt, dass die leimgebende Substanz von dem Protoplasma der Bildungszellen zunächst als nicht fibrilläres Produkt hervorgeht, das erst unter dem Einflusse des während der Ausscheidung herrschenden Druckes oder Zuges zu bestimmt orientirten Fibrillen sich umwandelt. Höchst sonderbare und wie ich glaube auf Täuschungen in Folge von Untersuchung schiefer Schnitte, zum Theil auch von ungenügend konservirtem Material beruhende Angaben machen *C. Heitzmann, Bödecker, F. Abbott* und *Morgenstern*. Erstere behaupten, dass der Bildung des Zahnbeines ein Zerfall der Odontoblasten in „Markkörperchen" vorausgehe, die dann in Zahnbein sich umwandeln, während *Morgenstern* der Zahnbeinbildung eine „Konjugation" von Odontoblasten vorhergehen lässt, in welcher Annahme ihm *E. Hoehl* gefolgt ist. *Morgenstern* nimmt auch Kerne und Zellen an den *Neumann*'schen Scheiden und in den *Tomes*schen Fasern an, deren Existenz auf Grund trügerischer Färbungsresultate behauptet wird. Das menschliche Zahnbein ist aber wie jenes der Thiere, im Allgemeinen vollständig zellenlos; nur ausnahmsweise finden sich in den oberflächlichsten Zahnbeinschichten bei Thieren Zellen eingeschlossen, welche wie Knochenzellen sich verhalten. Eine eigenthümliche Ansicht bezüglich der Zahnbeinentwicklung vertritt *Klein*, indem er annimmt, dass die Odontoblasten zwar die Grundsubstanz des Zahnbeines nicht aber die *Tomes*'schen Fasern bilden, welche letzteren aus unterhalb der Odontoblasten gelegenen Zellen hervorgehen sollen. Aehnliche Vorstellungen haben auch *Nepper* und *Andrews* gewonnen.

Da die Odontoblasten noch nach Abschluss der normalen Zahnbildung nicht verschwinden, so ist die Möglichkeit einer Neubildung von Zahnbein gegeben, welche auch thatsächlich eintritt um einer, in Folge der Abnützung der Zähne oder pathologischer Prozesse (Caries) bevorstehenden Blosslegung der Pulpa entgegen zu wirken. Solches Zahnbein wird als Ersatzdentin bezeichnet. Bezüglich der Cemententwicklung sei hier noch Folgendes bemerkt. Da die Cementbildung bereits vor dem Durchbruche der Zähne beginnt, während des letzteren aber bedeutende Verschiebungen des Zahnes gegen die Umgebung stattfinden, müssen die Verbindungen des Cementes mit dem Zahnsäckchen,

bezw. der Wurzelhaut sich ändern. Dies leuchtet vor Allem für jene Fälle ein, in welchen nach Durchbruch des Zahnes ein Theil des Cementes des Zahnhalses vom Epithel des Zahnfleisches bedeckt wird (Fig. 924), wobei dasselbe von seiner Verbindung mit den Fasern der Wurzelhaut gänzlich losgelöst wurde. *v. Brunn* hat ferner darauf aufmerksam gemacht, dass die beständig fortwachsenden Schneidezähne der Nagethiere an ihren konkaven, lingualen Flächen, an welchen der Schmelz fehlt, durch Faserbündel, welche vom Cement in die Wurzelhaut einstrahlen, befestigt sind, eine Angabe, die allerdings von *Rötter* und *Sachse* widersprochen wird, indem diese Autoren behaupten, dass die Epithelscheide nicht durchbrochen sei und bis zum offenen Ende der Wurzel reiche. Diese Fasern müssen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, beim Fortwachsen des Zahnes ihre Verbindungen lösen und wieder neue Befestigungen eingehen. Die Verbindungen der straffen Fasern der Wurzelhaut der Menschenzähne und des *Ligamentum circulare dentis* einerseits mit dem Cemente, anderseits mit *Sharpey*'schen Fasern des Knochens der Alveole müssen während des Zahndurchbruches und der definitiven Ausbildung der Wurzeln wohl theilweise Loslösungen erfahren, um dann wieder neue Ansatzpunkte zu gewinnen, um so sicherer, als nicht nur während der Zahnentwicklung, sondern auch während des Zahnwechsels Resorptionsprozesse an der Innenfläche der Alveolen in grösserer oder geringerer Ausdehnung fast stets vorhanden sind.

Ueber die Entwicklung des Kronencementes an den zusammengesetzten Zähnen der Ungulaten und Rodentien etc. bestanden bis in die neuere Zeit nicht ganz zutreffende Vorstellungen. Da die mit Kronencement versehenen Zähne vor dem Durchbruche einen dicken Ueberzug von Knochengewebe — Kronencement — besitzen, welches den Schmelz überall bedeckt, wurde ein besonderes „Cementorgan“ angenommen. Nach *Legros* und *Magitot* sollte dasselbe über dem Schmelzorgane aus dem Zahnsäckchen hervorgehen und zuerst einen Faserknorpel und dann, nach Atrophie des Schmelzorganes, sich an den Schmelz anlegend, Knochen bilden. Nach den Untersuchungen *v. Brunn*'s, welche *A. Hoffmann* (l. c.) bestätigt, vollzieht sich aber die Bildung des Kronencementes wesentlich in derselben Weise, wie jene des Wurzelcementes. Nach Vollendung der Schmelzablagerung wuchert das über der Krone besonders gefässreiche Gewebe der inneren Wand des Zahnsäckchens nach einwärts und durchbricht das bereits durch das Schwinden der Räume der Schmelzpulpa stark verdünnte Schmelzorgan an zahlreichen Stellen, wie an der Wurzel die Epithelscheide. Die so an den Schmelz sich anlegenden Zellen des Zahnsäckchens wandeln sich dann in Osteoblasten um und es bildet sich ein, hier im Gegensatze zum Wurzelcemente, sehr zellenreicher Knochen. Im noch nicht verkalkten Zustande hat dieser Knochen wegen seines Reichthums an verhältnissmässig grossen Zellen mit kurzen Ausläufern eine Aehnlichkeit mit Knorpel. Doch tritt ein eigentlicher Hyalinknorpel nicht auf. Für das Kronencement des Meerschweinchens glaubte jedoch *v. Brunn* annehmen zu sollen, dass dasselbe verkalkter Knorpel sei. Indessen muss wohl auch dieses Gewebe, so knorpelähnlich es ist, als Knochen bezeichnet werden, da es sich sowohl nach der Entwicklung, als färberisch und vermöge seines Gefässreichthumes wie Knochen verhält und auch bezüglich der Struktur der Grundsubstanz mit Knochen übereinstimmt. Nach *Koelliker* (s. I. Bd. S. 132) findet sich auch bei *Hydrochaerus Capybara* ein Cement, das verkalktem Knorpel sehr ähnlich ist. Es handelt sich hier um ein besonders gross- und dichtzelliges Knochengewebe, wie es ähnlich bei der periostalen Ossifikation an der Verknöcherungsgrenze der Röhrenknochen gegen die Epiphysen, an den Uebergangsstellen von Knochen in Knorpel am Gelenk-, Kronen- und Alveolarfortsatze des Unterkiefers in den spätern Stadien der Entwicklung u. s. w. zu finden ist. Bei den menschlichen Zähnen und überhaupt bei den Zähnen, welche des Kronencementes entbehren, atrophirt das Schmelzorgan, bleibt aber als Bedeckung der Krone bis zur Zeit des Durchbruches als geschichtetes Pflasterepithel insoweit bestehen, dass es nirgends zu einer Anlagerung von gefässhaltigem osteogenen Gewebe direkt auf den Schmelz kommt. Nach dem Durchbruche des Zahnes verwächst der Rest des Schmelzorganes mit dem Epithel des Kieferrandes und betheiligt sich in geringem Grade an der Bildung der Epithelbekleidung, welche am Zahnhalse den untersten Theil des Schmelzes und den obersten Theil des Cementes bedeckt. Es kann daher unmöglich daran gedacht werden, dass das Schmelzoberhäutchen ein gleichsam rudimentäres Kronencement sei, wie *J. Tomes* und *C. Wedel* glaubten und *Ch. Tomes* noch

heute annimmt. Anklänge einer Bildung von Kronencement finden sich beim Menschen bisweilen insoferne, als das Cement über den Rand des Schmelzes übergreift. Ganz von Kronencement überzogene Zähne, wie ein solcher von *Wedl* (in Atlas der Pathologie der Zähne II. Aufl. *v. Metnitz* Fig. 41) abgebildet wurde, sind jedoch rein pathologische Befunde, und können nicht als Beweise für die regelmässige Existenz eines Kronencementes herangezogen werden.

Fast noch mehr als bezüglich der Zahnbeinbildung herrschen über die Schmelzentwicklung einander widersprechende Vorstellungen. Das cuticulare Häutchen, welches als erstes Differenzirungsprodukt der Schmelzzellen auftritt, wurde von *Huxley* für die *Membrana praeformativa* gehalten, da dasselbe am Rande des Zahnscherbchens, wo dasselbe aufhört, in die wirkliche *Membrana praeformativa* überzugehen scheint, welche ja im Bereiche des Zahnscherbchens fehlt, aber am Rande desselben beginnend, nach abwärts den Zahnkeim überzieht (Fig. 938). Diese Verwechslung führte zu der paradoxen Annahme *Huxley's*, dass der Schmelz unter der *Membrana praeformativa* entstehe, welche schliesslich zum Schmelzoberhäutchen werde. Richtig ist, dass unmittelbar auf dem centralen Ende der Schmelzzellen eine Art Cuticula die sogenannten „Deckelmembranen" *Kollmann's* oder das *Huxley'sche* Häutchen sich findet. Aber der Schmelz wird nicht durch dieses Häutchen hindurch abgeschieden; es ist vielmehr selbst das jeweilige früheste Stadium der Schmelzbildung, wie bereits *Tomes*, *Koelliker* und *Lent* annahmen, ehe es zur Differenzirung von Prismenanlagen, beziehungsweise zuerst der *Tomes'schen* Fortsätze kommt. Nach dieser Auffassung gehen aus den inneren Enden der Schmelzzellen die Schmelzprismen hervor und das Wesentliche derselben wird in kürzester Form wohl von *Koelliker* damit ausgedrückt, dass der Schmelz von den Schmelzzellen abgesondert werde. Doch ist diese Auffassung nicht viel von jener *Schwann's* verschieden, der zufolge die inneren Enden der Schmelzzellen in dem Maasse in verkalkte Prismen sich umwandeln, in welchem das innere Ende der Zellen fortwächst. Beide Auffassungen halten daran fest, dass dieselben Schmelzzellen während der ganzen Schmelzbildung funktioniren, was wegen des Fehlens von Mitosen in den Schmelzzellen und den benachbarten Theilen des Schmelzorganes heute mit noch grösserer Sicherheit behauptet werden kann, als vor 50 Jahren. Eine Neubildung von Schmelzzellen, während die Schmelzbildung im Gange ist, von den Zellen des *Stratum intermedium* aus und die Umwandlung ganzer Schmelzzellen in Schmelzprismen, wie dies *Hertz* und *Waldeyer* annehmen zu müssen glaubten, ist sicherlich nicht vorhanden. Die mit der Zunahme der Schmelzdicke sich vergrössernde Oberfläche kann durch Zunahme der Querdurchmesser der schmelzbildenden Zellen gedeckt werden, ohne dass zwischen die alten Zellen neue sich einzuschieben brauchen. Dagegen wird die mit der Ausdehnung des Zahnscherbchens



Fig. 938.

Fig. 938. Durchschnitt der Spitze eines menschlichen fötalen Backzahnes, an dem die Bildung des Zahnbeins und des Schmelzes seit Kurzem begonnen hat. *a* Zahnpulpe oder Zahnkeim mit den Gefässen; *b* sogenannte Elfenbeinmembran, bestehend aus den Odontoblasten; *c* fertiges Zahnbein; *d* fertiger Schmelz; *e e'* hautartige Schicht, nach *Huxley* *Membrana praeformativa*, die nach Behandlung mit Essigsäure sich ablöst. Nach *Lent*.

über den Zahnkeim nothwendige, seitliche Ausdehnung der Schmelzmembran dadurch bewirkt, dass nahe dem Umschlagsrande des Schmelzorganes durch Theilung neue Schmelzzellen gebildet worden (Fig. 939). Die Differenzirung der Schmelzprismen hat *J. Tomes* in der Weise aufgefasst, dass dieselben von der Peripherie gegen das Centrum des Querschnittes verkalken und die *Tomes*'schen Fortsätze die noch unverkalkten centralen Theile der Prismen darstellen sollten. Diese Annahme, der auch *Waldeyer* gefolgt ist und welche *Ch. Tomes* und *Walkhoff* aufrecht erhalten, wird nur verständlich, wenn man einerseits, wie *J. Tomes*, eine Kittsubstanz zwischen den Prismen leugnet und anderseits sich erinnert, dass *J. Tomes* bei den Thieren, deren Schmelz Kanälchen enthält (Beutler, Nager), diese Kanälchen in die Achse der Prismen verlegte.

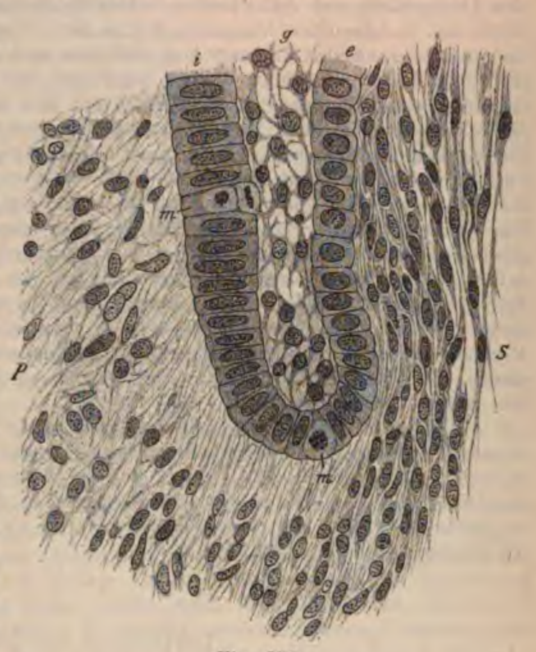


Fig. 939.

Beide Voraussetzungen sind aber nicht richtig. Eine geringe Menge Kittsubstanz ist auch im völlig ausgebildeten Schmelze vorhanden und die Schmelzkanälchen verlaufen, wie ich bestimmt gesehen habe, nicht in, sondern zwischen den Prismen in der Kittsubstanz. Die Behauptung *Walkhoff*'s, dass in den *Retzius*schen Linien beim Menschen Luft im Innern der Prismen vorkomme, kann ich ebenso wenig bestätigen. Direkt beobachten lässt sich an den *Tomes*schen Fortsätzen, dass in ihnen zuerst die Kalkablagerung in Form von Körnern auftritt. Die Verkalkung schreitet also gerade im Gegentheile zu den erwähnten Angaben vom Centrum des Prismenquerschnittes gegen die Peripherie fort und nur durch diese Annahme lässt sich die leicht zu bestätigende Beobachtung erklären, dass junge Schmelzprismen dünn, relativ leicht isolirbar und durch viel unverkalkte Substanz von einander getrennt sind, während älterer Schmelz dickere Prismen und nur wenig Zwischensubstanz zeigt. Ich halte es demnach für völlig sicher, dass der *Tomes*'sche Fortsatz, wie bereits *Koelliker* annahm, nichts anderes, als ein in Bildung begriffenes Schmelzprisma ist, das in der Mitte zuerst verkalkt und dann durch Weitergreifen der Verkalkung allmählich auf Kosten der Zwischensubstanz dicker wird. Diese Vorstellung lässt sich auch am Besten mit der sonst schwer verständlichen Thatsache vereinen, dass während der ganzen Schmelzbildung das den Schmelzzellen unmittelbar anliegende Differenzirungsprodukt in Form einer einheitlichen Cuticularmasse sich findet, welche erst weiter nach einwärts sich deutlich in Prisma und Zwischensubstanz sondert. Unannehmbare und leicht konstatirbaren Thatsachen widersprechende Vorstellungen haben *Heitzmann*, *Boedecker* und *Abbott* über die Schmelzbildung gewonnen. Ein Zerfall der Schmelzzellen in „Markkörperchen" während der Schmelzbildung kann nur durch schlecht konservirte Präparate vorgetäuscht werden. Die sonderbare Darstellung der Schmelzentwicklung, welche *Morgenstern* (in *Scheff*'s

Fig. 939. Umschlagsrand des Schmelzorganes von dem in Fig. 931 abgebildeten Schnitte durch den Schneidezahn eines fünfmonatlichen Embryo. Pikrinsublimat. Vergr. 530. *P* Gewebe der Pulpa am Umschlagsrand übergehend in *S* das Bindegewebe des Zahnsäckchens: *e* äusseres, *i* inneres Epithel; *g* Gallertgewebe des Schmelzorganes; *m* Mitosen im Epithele.

Handbuch) gegeben hat, beruht offenbar auf einer Beschreibung von, nicht als solchen erkannten, schrägen Schnitten durch die Grenze zwischen Schmelzzellen und verkalkendem Schmelze, geradeso wie die „Konjugationszellen“ *Morgenstern's* bei der Bildung des Zahnbeines.

In ausführlicher Weise beschäftigte sich mit der Schmelzentwicklung *L. Williams*, der die Irrthümer *Heitzmann's* und seiner Schüler *Boedecker* und *Abbott* bezüglich der Markkörperchen und des angeblichen Vorkommens von Fasern lebender Substanz zwischen den Prismen berichtigt. Was die Schmelzbildung anbelangt, so nimmt *Williams* eine Abscheidung von verkalkenden Schmelzkügelchen (*enamel-globules*) aus den Schmelzzellen an, welche dann hintereinander zu den Prismen verschmelzen, wodurch zugleich die Querstreifung der Prismen sich erklären soll. Wenn ich auch dieser Darstellung nach dem früher Ausgeführten nicht beipflichten kann, so ist an derselben gewiss richtig, dass die Verkalkung der Schmelzprismen mit dem Auftreten von körnigen und kugeligen Kalkabscheidungen, wie auch *Andrew's* annimmt, beginnt. *Williams* leugnet eine direkte Beziehung der Schmelzprismen zu einzelnen Schmelzzellen und macht geltend, dass an Schnitten die Schmelzzellen keineswegs in der Fortsetzung der darunter liegenden Schmelzprismen liegen, wie er an mehreren photographischen Bildern erläutert. Die *Tomes*'schen Fortsätze der Schmelzzellen betrachtet er als bedeutungslose Kunstprodukte. Die Täuschung, dass Schmelzzellen und Prismen sich nicht ineinander fortsetzen, kann, wenn einmal die Krümmungen der Prismen bezw. Schiefstellungen der Zellen beginnen, wegen der sehr komplizirten Anordnung der Schmelzgürtel sehr leicht dadurch hervorgerufen werden, dass die in einer und derselben Schnittebene vorliegenden Prismen und Schmelzzellen thatsächlich nicht immer zusammengehören, ganz abgesehen davon, dass in Folge der Präparation Verschiebungen der relativ weichen Zellen gegen den Schmelz eintreten können.

Was schliesslich die Stellung der verschiedenen Zahngewebe im histologischen Systeme und ihre gegenseitigen Beziehungen anbelangt, verweise ich auf die 5. Auflage dieses Handbuches (S. 389), sowie auf die neueren Ausführungen *Koelliker*'s über Cuticularbildungen und Intercellularsubstanzen in der Abhandlung: „Die Energiden von *v. Sachs* im Lichte der Gewebelehre der Thiere“ (in Verhandl. der physik.-med. Ges. zu Würzburg, N. F. XXXI. Bd. S. 201).

Litteratur der Zähne.

Ausser den im Texte citirten Schriften seien hier zunächst von übersichtlichen Darstellungen erwähnt: *R. Owen*, Odontography, London 1840, I Vol. mit Atlas von 150 Tafeln und Article Teeth in Cyclopaedia of Anatomy IV p. 864; *Linderer*, Handb. d. Zahnheilk. Berlin 1837; *J. Tomes*, A course of lectures on dental physiology and surgery, London 1848; *W. Waldeyer*, Bau und Entwicklung der Zähne, in Handb. d. Lehre von den Geweben v. *Stricker*, Leipzig 1871, S. 332; *C. Wedl*, Pathologie der Zähne, Leipzig 1870; *E. Klein* und *Noble*, Atlas of Histology, London 1880; *C. Heitzmann*, Mikroskop. Morphologie, Wien 1883; *W. X. Sudduth*, Dental Embryology and Histology, in The American System of Dentistry. Edit. by Wilbur F. Litch. Vol. I, Edinburgh 1887; *V. v. Ebner*, Histologie der Zähne, in *Scheff*, Handb. d. Zahnheilkunde I. Bd. Wien 1890; *Ch. Tomes*, A manual of dental anatomy, London 4. Edit. 1894; *C. Röse*, Contributions to the Histogeny and Histology of bony and dental tissues, in The Dental Cosmos. Nov. e Dec. 1893; *Gysi* u. *Röse*, Sammlung v. Mikrophot. etc. Ser. I, Zürich 1894; *O. Walkhoff*, Mikrophotographischer Atlas der normalen Histologie menschlicher Zähne, Hagen i. W. 1894; *C. F. W. Bödecker*, Die Anatomie und Pathologie der Zähne, Wien und Leipzig 1896.

Von speziellen Untersuchungen über Histologie und Entwicklung der Zähne führe ich noch an: *L. Fraenkel*, De penitiori dentium humanorum structura observationes Vratislav. 1835; *A. Retzius* in *Müller*'s Arch. 1837 und Mikrosk. Undersökingar öfver Tändernes etc. Stockholm 1837; *J. Czermak* in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850, Bd. II, S. 295; *Arnold* in Salzburger med. Zeitung 1831; *Raschkow*, Meletemata circa dentium mammalium evolutionem, Diss. Vratislav. 1835; *Goodsir* in Edinb. med. and surg. Journ.

1838, No. XXXI, 1 und Fr. N. Not. No. 199, 200, 202, 203; *Marcusen*, Ueber die Entwicklung der Zähne der Säugethiere, in Bulletin phys. math. VIII, Petersburg 1850; *Nasmyth* in Med. chir. Transact. 1839; *Huxley* in Quart. Journ. of microsc. science III. p. 149, X. p. 127 u. XIX. 1857; *Lent* in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. Heft 1; *J. Tomes* in Phil. Trans. 1856, p. 515, in Quart. Journ. of microsc. scienc. XIV, XV. 1856; *Hannover*, Die Entwicklung und der Bau des Säugethierzahnes, Breslau u. Bonn 1856 (aus den Nov. Act. Ac. Nat. Cur.); *S. J. A. Salter* im Micr. Journ. I. p. 152 in *Guy's* hospital reports 3. Ser. Vol. I in Trans. of the Pathol. Society 1854 u. 1855; *E. Magitot*, Études sur le développement et la structure des dents humaines Paris 1858 und Compt. rend. 1860, 27. Févr.; *N. Guillot* in Annal. d. sc. natur. 2. Ser. T. XI p. 277; *G. Rainey* in Quart. Journ. of microsc. scienc. 1859, p. 212; *Robin* et *Magitot* in Journ. de la physiol. III. p. 1, 300, 663, IV. 60, Gaz. méd. 1860 No. 12, 16, 22, 1861 No. 2; *Hoppe* in Virch. Arch. XXIV St. 13; *E. Neumann*, Zur Kenntniss des Zahn- und Knochengewebes, Leipzig 1863; *W. Waldeyer*, De dentium evolutione, Wratisl. 1864, Unters. über die erste Entw. d. Zähne, 1. Abth. Danzig 1864, ders. Arbeit 2. Abth. in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 21 S. 169; *H. Hertz* in Virch. Arch. Bd. 37, S. 262; *F. Boll*, Unters. über d. Zahnpulpa, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. IV; *E. Dursy*, Zur Entwicklungsgesch. d. Kopfes, Tübingen 1869; *J. Kollmann*, Entw. d. Milch- und Ersatzzähne beim Menschen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XX, S. 145; Ueber das Schmelzoberhäutchen und die *Membrana praeform.* in Münchener Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. 1869 S. 162; Zahnbein, Schmelz und Cement, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII, S. 534; *E. Wenzel*, Ueber d. Entw. d. Zahnsubstanzen, Leipzig 1871; *Magitot* et *Legros*, Origine et formation du follicule dentaire, in Journ. de l'anatom. et de la physiol. 1873 S. 449; *O. Hertwig*, Ueber Bau und Entw. d. Placoidschuppen und der Zähne der Selachier, in Jena'sche Zeitschr. Bd. VIII, S. 331, Ueber das Zahnsystem der Amphibien, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI. Suppl.; *Ch. Tomes*, Development of the teeth in Reptilia and Batrachia in Monthly microsc. journ. XIII, S. 85; On the existence of an enamel organ in Armadillo in Quart. Journ. of micr. science 1874 S. 44, On the structure of vascular dentine, in Philos. Transact. of the royal Soc. Vol. XXVI und Deutsche Vierteljahrschr. f. Zahnheilk. XVIII. 1878 S. 159; *R. Baume*, Bemerkungen über die Entwicklung und den Bau des Säugethierzahnes, in Deutsche Vierteljahresschr. f. Zahnheilk. Bd. XV, S. 125 u. 265; *L. Löwe*, Beiträge zur Kenntniss des Zahnes und seiner Befestigungsweise im Kiefer, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIX, S. 703; *Legros* et *Magitot*, Contribution à l'étude des dents III. Développement de l'organe dentaire chez les mammifères, Journ. de l'anat. et de la physiol. XVII. anné (1881) S. 60; *G. Annell*, Beiträge zur Kenntniss der zahnbildenden Gewebe des Menschen und der Säugethiere, in Biolog. Unters. herausgegeben von *G. Retzius* 2. Jahrg., Stockholm 1882; *R. Baume*, Odontologische Forschungen, 2 Thle. Leipzig 1883; *Pouchet* et *Chabry*, Contrib. à l'odontologie des mammifères, Journ. de l'anat. et de la physiol. XX, p. 149; *P. Nepper*, Recherches sur la structure et la genèse de l'ivoire, Annales de la Soc. de méd. de Gand. 1884 p. 75; *M. Morgenstern*, Unters. über den Ursprung der bleibenden Zähne, Deutsche Monatschr. f. Zahnheilk. 1884 u. 1885, sowie separat, Leipzig 1885. *Derselbe*, Entwicklungsgesch. d. Zähne, in *Scheff*, Handb. d. Zahnheilk. 4. Lfg. S. 263; *A. v. Brunn*, Ueber die Ausdehnung des Schmelzorganes und seine Bedeutung etc., in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX, S. 367 und Anat. Anz. I, S. 259. *Derselbe*, Ueber *Membrana praeform.* und *Cuticula dentis*, Anat. Anz. III, S. 506; Graf *F. Spee*, Ueber die ersten Vorgänge der Ablagerung des Zahnschmelzes, Anat. Anz. II, S. 89; *L. Weil*, Zur Histologie der Zahnpulpa, Deutsche Monatschr. f. Zahnheilk. 1887 S. 335 u. 403 und 1888 S. 10 und Oesterr.-ung. Vierteljahrschr. f. Zahnheilk. Bd. VII; *O. Walkhoff* in Deutsche Monatschrift f. Zahnheilk. III. S. 575 und V. S. 246 u. 304 (Zahnbein); *Malassez*, Sur la structure du Gubernaculum dentis et la théorie paradentaire, Compt. rend. de la soc. de biologie T. IV, p. 416, T. V. p. 509; *G. V. Black*, A study of the histological characters of the periosteum and peridental membrane, Chicago 1887; *J. v. Metnitz*, Das Schwinden der Milchzahnwurzel, Wien 1888 und in Lehrb. d. Zahnheilk. 2. Aufl. Wien 1895; *J. Schaffer*, Verhalten fossiler Zähne im polarisirten Lichte, in Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien Bd. XCIX, S. 146; *A. Collaud*, Etude sur le ligament alvéolo-dentaire, in Intern. Monatschr. f. Anat. u. Phys. Bd. VII; *R. Andrews*, The origin of the dental fibril, in New York Med. Record. Vol. XXII, S. 349 und Dental Cosmos Vol. XXX,

S. 221, On the formation of the enamel, in Transact. of the World's Columbian Congress, Chicago 1894, Calcification of the teeth, in Dental Cosmos Vol. XXXVII, S. 708; *J. H. Mummery*, Some points in the structure and development of dentine, in Philos. Transact. of the royal Soc. London Vol. 182B S. 527; *W. G. Robertson*, On the relation of nerves to odontoblasts, in Transact. of the royal Soc. of Edinburgh Vol. 36, S. 321; *C. Röse*, Ueber die Entwicklung der Zähne des Menschen, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVIII (1891), Ueber die Zahnentwicklung der Edentaten, in Anat. Anz. VII, S. 496, Ueber die Zahnentwicklung der Beutelthiere, Ibid. S. 639, Ueber die *v. Koch*'sche Versteinerungsmethode, Ibid. S. 512; *E. Ballowitz*, Das Schmelzorgan der Edentaten und die Persistenz seines Keimrandes beim erwachsenen Thiere, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XL; *W. Kükenthal*, Das Gebiss von Didelphys, in Anat. Anz. VI, Vergleichend-anat. u. entwicklungsgesch. Unters. an Walthieren II. Th., Denkschrift d. med.-naturw. Ges. zu Jena Bd. III, Entwicklungsgeschichtl. Unters. am Pinnipediergebisse, in Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 28; *B. Sachse*, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Schneidezähne bei *Mus musculus*, in Deutsche Monatschr. f. Zahnheilkunde XIII. Jahrg.; *E. Hoehl*, Beitrag zur Histologie der Pulpa und des Dentins, in Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1896; *J. L. Williams*, On the formation and structure of the dental enamel, in The Dental Cosmos Vol. XXXVIII, S. 101, 270, 453, A contribution to the study of pathology of enamel, Ibid. Vol. XXXIX, S. 170, 270; *O. Römer*, Zahnhistologische Studie, Strassburg 1899 (Zahnbeinröhrchen und Nerven).

Von der Ausbildung der Kronen und Wurzeln der einzelnen Zähne des Menschen sowie von der Resorption der Milchzähne nach dem Lebensalter giebt ein übersichtliches Bild *C. N. Peirce* in The Dental Cosmos Vol. XXV, (1884), welches auch in der oben citirten Anatomie der Zähne von *Bödecker* kopirt ist. Genauere Angaben über diesen Gegenstand finden sich bei *C. Toldt*: Die Knochen in gerichtsärztlicher Beziehung, in Handb. d. gerichtl. Medizin. Herausgegeben von *Maschka*, Bd. III und bei *E. Zuckerkandl*, Makroskopische Anatomie, in Handb. d. Zahnheilkunde von *J. Scheff*, I. Bd., Wien 1890.

Die mikroskopische Anatomie der Zähne der Thiere findet sich abgehandelt bei *Owen* und *A. Retzius*, dann *Erdl*, in den Abhandl. d. Kgl. Bayer. Akad. Bd. III, Abth. 2; *J. Tomes* in den Philos. Transactions, London 1849/50 (Marsupialia und Rodentia); *Agassiz* in den Poissons fossiles; *Henle* und *J. Müller*, Systematische Beschreibung der Plagiostomen. Von der neueren Litteratur dieses Gegenstandes sei ausser den oben citirten Arbeiten von *O. Hertwig* und *Ch. Tomes* noch erwähnt: *Ch. Tomes*, On the structure and development of vascular dentine, in Philos. Transact. 1878, On the implantation of teeth Proc. of Odontol. Soc. 1874—1876; *F. Leydig*, Die Zähne einheimischer Schlangen, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. IX; *F. Heincke*, Unters. über die Zähne niederer Wirbelthiere, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII; *J. Boas*, Die Zähne der Scaroiden, Ibid. Bd. XXXII; *O. Hertwig*, Ueber das Hautskelet der Fische, in Morph. Jahrb. Bd. V; *A. Sternfeld*, Ueber die Struktur des Hechtzahnes, in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XX; *H. Klaatsch*, Zur Morphol. der Fischschuppen und zur Geschichte der Hartsubstanzgewebe, in Morph. Jahrb. Bd. XVI; *O. Jäckel* in Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Palaeont. 1891; *H. Credner*, Zur Histologie d. Faltenzähne paläozoischer Stegocephalen, in Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. Kgl. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. XX, No. IV; *C. Röse*, Ueber die verschiedenen Abänderungen der Hartgewebe niederer Wirbelthiere, in Anat. Anz. Bd. XIV, S. 21 u. 33. Bezüglich der Entwicklung der Zähne von Fischen, Amphibien und Reptilien sei insbesondere auf die Arbeiten von *C. Röse* in Anatom. Anz. Bd. VII—IX, in *Schwalbe*'s Morpholog. Arbeiten Bd. III und IV und in Deutsche Monatschrift für Zahnheilkunde, X, S. 127 verwiesen.

III. Von den Schlingorganen oder dem Schlunde.

§ 233.

1. Schlundkopf (Pharynx).

Im Bereiche des Schlundkopfes überkreuzt sich der Schlund mit dem Athmungswege und dem entsprechend vermischen sich die Eigenthümlichkeiten der beiderlei Schleimhäute. Auf den nasalen Theil des Schlundkopfes setzt sich von den Choanen her das mehrreihige Flimmerepithel der Nasenhöhle fort, während in den oralen Theil des Schlundkopfes durch die Rachenenge das geschichtete Pflasterepithel aus der Mundhöhle gegen die Speiseröhre zieht. Wo die beiden Epithelbildungen zusammentreffen, sind sie durch ein Uebergangsepithel verbunden, welches ein wirklich geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel darstellt, während das typische Epithel der oberen Luftwege (siehe § 262) ein mehrreihiges, cylindrisches Flimmerepithel ist. Die Grenze der beiderlei Epithelien ist eine individuell wechselnde. Im Bereiche des weichen Gaumens überzieht das Flimmerepithel nicht die ganze hintere Fläche; es ist vielmehr dort beim Erwachsenen das ganze Zäpfchen, sowie der Rand des Schlund-Gaumenbogens von Pflasterepithel bedeckt. An der hinteren Wand des Schlundkopfes reicht das Pflasterepithel — mit individuellen Verschiedenheiten — bis fast an das Gewölbe; an der seitlichen Wand setzt sich im nasalen Theile das Flimmerepithel der Nasenhöhle über die Tubenmündungen fort, macht aber weiter herab gegen den oralen Theil des Schlundkopfes dem geschichteten Pflasterepithel Platz, welches dort, sowie im laryngealen Theile ausschliesslich vorkommt. So weit Flimmerepithel sich findet, ist die Schleimhaut, wie in den oberen Luftwegen, mit einer subepithelialen, jedoch nur schwach entwickelten Basalmembran versehen, entbehrt der Papillen und ist röther, dicker und drüsenreicher, als in dem von Pflasterepithel bedeckten oralen Theile des Schlundkopfes. An das Pflasterepithel ist das Vorkommen von Papillen gebunden, doch sind dieselben im nasalen Theile spärlicher und weniger entwickelt. Die Schleimhaut des Schlundkopfes besteht wie jene der Mundhöhle aus fibrillärem Bindegewebe; jedoch mit reichlicher Einlagerung von adenoidem Gewebe und mit nur wenigen kleinen Fettläppchen in der Tiefe. Schleimdrüsen finden sich theils in der Schleimhaut, theils im submukösen Gewebe und zwischen den Muskelbündeln.

Besonders entwickelt zeigt sich das elastische Gewebe des Schlundkopfes, das in neuerer Zeit *J. Schaffer* genauer beschrieben hat. Starke, vorzüglich längsverlaufende elastische Fasernetze, welche im laryngealen Theile des Schlundkopfes eine Dicke von 0,5 mm erreichen, bedecken als elastische Grenzschichte die Innenseite der Schlundkopfmuskeln und setzen sich auch in das Bindegewebe fort, welches die einzelnen Bündel der Muskeln von einander sondert (Fig. 940). Wo Muskeln im Bereiche des Schlundkopfgewölbes fehlen, findet sich dennoch diese elastische Grenzschichte. Die elastische Grenzschicht geht am Beginne der Speiseröhre in die dort erst auftretende und dem Schlundkopfe fehlende Muskelschichte der Schleimhaut (*Muscularis mucosae*) über. Oberhalb dieser Uebergangsstelle hebt sich die elastische Grenzschicht auch etwas von der quergestreiften Muskulatur der Schlundkopfmuskeln ab, wodurch zwischen letztere und die

elastische Faserschicht eine Fortsetzung des submukösen Bindegewebes der Speiseröhre sich einschiebt. Man darf daher die elastische Grenzschicht als Grenze der eigentlichen Schleimhaut (*Tunica propria*) und des Unterschleimhautgewebes (*Submucosa*) bezeichnen, jedoch mit der Einschränkung, dass ein Unterschleimhautgewebe im grössten Theile des Schlundkopfes deswegen fehlt, weil die elastische Grenzschicht der Innenfläche der Schlundkopfmuskeln unmittelbar aufliegt (Fig. 940). Die eigentliche Schleimhaut des Schlundkopfes ist, abgesehen von den die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen und die Oberfläche adenoider Einlagerungen umspinnenden elastischen Netzen, ziemlich arm an elastischen Fasern; nur im Bereiche des Schlundkopfgewölbes sind dieselben etwas zahlreicher.

Das adenoide Gewebe findet sich vorzüglich um die Ausführungsgänge von Schleimdrüsen, theils in Form diffuser Einlagerungen in die Schleimhaut



Fig. 940.

(Fig. 940 *ad*), theils in Form rundlicher Follikel überall zerstreut; ausserdem aber als eine zusammenhängende Masse mit Sekundärknötchen am Schlundkopfgewölbe, welche von einer Tubenöffnung bis zur anderen reicht, eine Dicke bis zu 9 mm zeigt und von *Koelliker* als Balgdrüse des Schlundes beschrieben wurde.

Dieses gegenwärtig gewöhnlich als Pharynxtonsille (*Tonsilla pharyngea*) oder Rachenmandel bezeichnete lymphoide Organ stimmt in seinem Baue wesentlich mit den Gaumen- und Zungenmandeln überein. Die Schleimhaut ist im Bereiche derselben mit mehreren, etwa 5—6 sagittal gestellten Furchen und zahlreichen kleineren Buchten versehen und in der Regel über den Falten von

Fig. 940. Querschnitt durch die hintere Wand des Schlundkopfes vom neunjährigen Knaben. Vergr. 27. Pikrinsublimat, Orcein. *M* Quergestreifte Muskelbündel; *ad* Adenoides Gewebe; *af* Ausführungsgänge von Schleimdrüsen; *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *ef* Elastische Längsfaserschicht; *s* Schleimhaut mit Gefässen und Papillen; *sd* Schleimdrüsen.

geschichtetem Pflaster- oder Uebergangsepithel in der Tiefe der Furchen aber mit Flimmerepithel bekleidet. Unter den Schleimhauteinsenkungen der Pharynxtonsille ist besonders eine median gelegene, vor dem *Tuberculum pharyngeum* gelegene Bucht, der *Recessus pharyngis medius* (*Ganghofner*) bemerkenswerth. Von wechselnder Form und Grösse erreicht derselbe als *Bursa pharyngea* (*Mayer*) mitunter einen grösseren Umfang. Der Bau der Wandung dieser Bucht ist nicht wesentlich von jenem der übrigen Gruben der Pharynxtonsille verschieden, nur fehlen am Grunde der Bucht, welcher durch strafferes Bindegewebe an der Schädelbasis befestigt ist, die im übrigen Bereiche der Pharynxtonsille zahlreichen Schleimdrüsen. Wie bezüglich der Epithelverhältnisse, so zeigt sich auch im Verhalten der Schleimdrüsen des Schlundkopfes das Ineinandergreifen zweier verschiedener Schleimhautröhren. Man kann unter den Schleimdrüsen des Schlundkopfes solche unterscheiden, welche in ihrem Baue mit den Drüsen des hinteren Theiles der Mundhöhle und solche, welche mit jenen der Nasenhöhle und des Kehlkopfes übereinstimmen. Erstere sind reine Schleimdrüsen und liegen in der Regel unterhalb der elastischen Grenzschichte; letztere sind gemischte Schleimdrüsen mit Halbmonden und Schläuchen, welche auf grössere Strecken nur mit protoplasmatischen Zellen ausgekleidet sind und haben ihre Lage stets über der elastischen Grenzschicht. Die beiderlei Drüsen treffen am weichen Gaumen zusammen und ihre verschiedene Lage über und unter der elastischen Grenzschicht ist aus Fig. 896 (S. 67 *gd* u. *sd*) zu entnehmen, sowie ihre Vermischung im Bereiche des Zäpfchens. Im Bereiche des Rachendaches finden sich, wie an der nasalen Seite des weichen Gaumens, gemischte Schleimdrüsen, welchen stellenweise auch reine Schleimdrüsen sich beimischen. Die Drüsen bilden unter dem adenoiden Gewebe der Pharynxtonsille ein zusammenhängendes Lager, das durchaus über den Muskeln liegt und mit ziemlich weiten Ausführungsgängen in die Furchen und Grübchen der Pharynxtonsille einmündet; ein Verhalten, das an analoge Einrichtungen der Zungenmandel erinnert. In den Gruben der Pharynxtonsille zeigen sich da und dort auch, wie *Schaffer* nachwies, intraepitheliale Drüsen.

Die reinen Schleimdrüsen finden sich vorzüglich in der hinteren und seitlichen Rachenwand und liegen mit ihren Körpern zwischen den Muskelbündeln der Schlundmuskeln (Fig. 940 *sd*) zerstreut; häufen sich jedoch insbesondere im Bereiche der, als *Rosenmüller*'sche Gruben bekannten, *Recessus pharyngei*, wo sie, soweit Muskeln fehlen, unter der elastischen Grenzschichte zwischen ziemlich zahlreichen Fettläppchen liegen und mit vielen weiten Ausführungsgängen die Schleimhaut durchbohren. Wo gegen den laryngealen Theil des Schlundkopfes die elastische Grenzschicht sich von der Muskelhaut deutlich abhebt und eine Unterschleimhautschicht (*Submucosa*) vorhanden ist, finden sich die reinen Schleimdrüsen nun in dieser und nicht mehr zwischen den Muskeln. Sie bilden an der Hinterwand des Kehlkopfes ein ziemlich reichliches, zusammenhängendes Drüsenlager.

Aehnlich wie am weichen Gaumen und am Schlundkopfgewölbe findet sich in der Umgebung des Kehlkopfeinganges eine Region, in welcher sich Schleimdrüsen von zweierlei Art vermischen. Am Kehldeckel finden sich sowohl an der vorderen als hinteren Fläche Schleimdrüsen, wie sie dem Athmungsapparat eigenthümlich sind. Solche Drüsen finden sich nun auch noch längs der

aryepiglottischen Falten bis an den laryngealen Theil des Pharynx, wo sie in die reinen Schleimdrüsen des Schlundkopfes übergehen.

Die Schleimhaut des Pharynx ist reich an Blut- und Lymphgefässen. Die ersteren bilden oberflächlich ein mehr langgestrecktes Maschennetz, steigen aber als kurze Schlingen in die schwach entwickelten Papillen hinein. Die Nerven sind sehr zahlreich, bilden oberflächliche und tiefere Netze; erstere, wie *Billroth* fand (in *Müller*'s Arch. 1858), aus blassen Fasern bestehend. Der *Plexus pharyngeus* enthält, wie *Remak* zuerst nachwies, eingestreute Ganglien; kleine Gruppen von Ganglienzellen finden sich auch da und dort zwischen den Pharynxmuskeln. Die Nervenendigungen im Epithel, in der Schleimhaut und den Muskeln verhalten sich im Wesentlichen wie in der Mundhöhle.

Die Pharynxtonsille von *Arnold* (Anat. II. 66) und *Tourtual* mit den Gaumenmandeln verglichen, wurde zuerst von *Koelliker* (Mikr. Anat. II, 2, S. 124) sammt den mehr vereinzelten Balgdrüsen des Schlundkopfes als im histologischen Baue mit jenen der Mundhöhle übereinstimmend geschildert. Später haben namentlich die Arbeiten *v. Luschka's*, sowie die spezielle Berücksichtigung der Krankheiten des Nasen-Rachenraumes zu zahlreichen Untersuchungen Anlass gegeben. In jüngster Zeit hat *J. Schaffer* die Pharynxtonsille histologisch genauer untersucht. Bei aller Aehnlichkeit mit der Zungen- und Gaumenmandel stimmt die Schlundkopfmandel weder mit der einen noch der anderen ganz überein. Abgesehen von den eigenthümlichen Epithelverhältnissen unterscheidet sich die Pharynxtonsille von der Gaumenmandel dadurch, dass die Furchen und Gruben der Schleimhaut, welche von adenoidem Gewebe umgeben sind, überall von Ausführungsgängen der unterliegenden Schleimdrüsen durchsetzt werden, ja dass ein Theil der rundlichen Gruben geradezu als cysternenartig erweiterte Ausführungsgänge von Schleimdrüsen angesehen werden müssen, während die Schleimdrüsen im Bereiche der Gaumenmandeln nur wenig zahlreich sind, ja manchmal auf grosse Strecken vollständig fehlen. Die Durchwanderung des Epithels der Furchen und Gruben durch uninukleäre Leukocyten findet sich ganz ähnlich wie in den Zungen- und Gaumenmandeln. Die in dem adenoiden Gewebe der Pharynxtonsille eingelagerten Follikel (Sekundärknötchen) zeigen zum Theile, wie *J. Schaffer* fand, ganz eigenartige Verhältnisse. Bei vielen Knötchen ist es zweifellos, dass das Centrum derselben aus einem verödeten Ausführungsgange einer Schleimdrüse hervorgegangen ist und man kann alle Uebergänge sehen von Follikeln, in deren Mitte ein wegsamer, mit Cylinderepithel ausgekleideter Ausführungsgang sich findet zu solchen, wo der Gang von Leukocyten erfüllt und stellenweise durch adenoides Gewebe in seiner Kontinuität unterbrochen ist, endlich zu solchen, in deren Mitte statt des Restes des Ausführungsganges nur mehr zersprengte zum Theil in vielkernige Massen umgewandelte Epithelzellen zu finden sind. Dass die Centren der Follikel in den Gaumenmandeln ebenso entstehen, ist nicht anzunehmen; indessen wäre immerhin möglich, dass in die Tiefe gewucherte Epithelmassen auch hier den Ausgangspunkt für die Bildung der Centren der Sekundärknötchen abgeben (siehe § 225). Die Zahl der Follikel in den Pharynxtonsillen ist ebenso schwankend, wie bei den Zungen- und Gaumenmandeln. *Ganghofner* vermisste sie meistens bei Neugebornen; fand sie aber in grosser Zahl und schönster Ausbildung bei 1—2jährigen Kindern. In späteren Lebensperioden fehlen die Follikel wohl nie ganz, sind aber bezüglich der Zahl und Ausbildung individuell sehr verschieden.

Eine sehr umfangreiche Litteratur ist bezüglich der von *F. J. C. Meyer* beschriebenen *Bursa pharyngea* entstanden, nachdem *v. Luschka* derselben eine besondere entwicklungsgeschichtliche Bedeutung zugeschrieben und sie auf die primitive Verbindung des Munddarmes mit der Hypophysenanlage (*Rathke*'sche Tasche) zurück zu führen versucht hatte. Die Untersuchungen *Dursy's* haben diese Annahme nicht bestätigt und wie *Ganghofner* nachwies, ist der *Recessus pharyngis medius*, der in extremer Ausbildung zur *Bursa pharyngea* wird, wesentlich durch die straffe Verbindung der Schleimhaut mit der Schädelbasis bedingt. Durch die auf frühe Entwicklungszustände zurückgreifenden Untersuchungen *Kilian's* ist die selbständige Anlage der fraglichen Bildung bestätigt.

Als Tubenmandel beschrieb *J. Gerlach* das adenoide Gewebe, welches im Bereiche der knorpeligen Tube bis an die Schlundkopfmündung derselben reicht.

Das Vorkommen von zweierlei Schleimdrüsen im Bereiche des Schlundkopfgewölbes hat zuerst *Ch. Robin* 1869 erkannt; eine eingehendere Darstellung dieser, seit *Robin* wenig beachteten Verschiedenheiten der Drüsen und ihrer topographischen Beziehungen zur elastischen Grenzschichte gab in neuerer Zeit *J. Schaffer*. Die Epithelverhältnisse des Schlundkopfes behandelt eingehend *Nauwerk*, aus dessen Darstellung hervorgeht, dass das beim Embryo im ganzen Pharynx verbreitete Flimmerepithel am längsten in den Gruben und Vertiefungen der Schleimhaut sich erhält.

Litteratur.

C. Th. Tourtual, Neue Unters. über den Bau des menschl. Schlundkopfes und Kehlkopfes, Leipzig 1846; *A. v. Szontágh* in Sitzber. d. Wiener Akad. März 1856; *v. Luschka*, Der Schlundkopf des Menschen, Tübingen 1868; Das adenoide Gewebe der *Pars nasalis* des menschlichen Schlundkopfes in Arch. f. mikr. Anat. IV; *Ch. Robin*, Note sur la muqueuse de la voûte du pharynx in Journ. de l'Anat. Phys. VI (1869); *E. Klein*, Ueber das Epithel der Schleimhaut und die Ausführungsgänge der Drüsen des weichen Gaumens und der Uvula des Menschen, in Sitzber. d. Wiener Akad. Bd. 57, 1868 und in *Stricker*'s Handb. d. Lehre von den Geweben S. 355; *E. Dursy*, Zur Entwicklungsgesch. des Kopfes, Tübingen 1869; *J. Gerlach*, Zur Morphologie der *Tuba Eustachii* in Sitzber. d. Erlanger physikal.-med. Societät 1875; *F. Ganghofner*, Ueber die Tonsilla und *Bursa pharyngea* in Sitzber. d. Wiener Akad. Bd. 78 (1878); *G. Bickel*, Ueber die Ausdehnung und den Zusammenhang des lymphatischen Gewebes in der Rachengegend in *Virchow*'s Arch. Bd. 97 (1884) Diss.; *F. Trautmann*, Anat., pathol. u. klinische Studien über Hyperplasie der Rachentonsille etc., Berlin 1886; *L. Mégevand*, Contribution à l'étude anatomo-pathologique des maladies de la voute du pharynx. Thèse inaug. Genève 1887; *Kilian*, Ueber die *Bursa* und *Tonsilla pharyngea*, Morphol. Jahrb. Bd. XIV, 1888; *G. Nauwerk*, Studien über die Pharynxmukosa, Halle 1887, Diss.; *E. Grundmann*, Das Gaumensegel des Hundes, Deutsche thierärztl. Wochenschr. 1894, S. 413; *C. Niemand*, Ein Beitrag zur Anatomie des weichen Gaumens, Deutsche Monatschr. f. Zahnheilk. XV. Jahrg. 1897, S. 241; *J. Schaffer*, Beiträge zur Histologie menschlicher Organe (s. S. 31).

§ 234.

2. Speiseröhre.

Im Bereiche der Speiseröhre (*Oesophagus*) werden die Wandungen des Verdauungsrohres mehr selbständig und sind mit den angrenzenden Organen hauptsächlich durch die Faserhaut verbunden. Während die Muskeln des Schlundkopfes noch durchaus von Skelettheilen des Schädels, vom Zungenbeine und Kehlkopfe ihren Ursprung nehmen, geht an der Speiseröhre nur der aus quergestreiften Fasern bestehende Anfangstheil der Längsmuskulatur von Ursprüngen am Ringknorpel hervor. Weiter hinab finden sich einzelne Bündel aus glatten Muskelzellen, welche von der Hinterwand der Trachea vom linken Mediastinum, von der Aorta und dem linken Bronchus an die Längsmuskulatur herantreten. Die 3,3—4 mm dicke Wand der Speiseröhre besteht zu äusserst aus einer bindegewebigen Faserhaut mit schön entwickelten elastischen Fasernetzen, welche auch in die Zwischenräume zwischen den Bündeln der Muskeln eindringen. Die 0,5 bis 2,2 mm dicke Muskelhaut besteht aus einer äusseren Längsfaserschicht und einer inneren Ringfaserschicht; doch ist die Verlaufsrichtung der Fasern keineswegs so regelmässig, wie im Darme und zeigt namentlich die innere Schicht, wie

Laimer betont, nur wenige rein cirkuläre, dagegen vorwiegend in schräg gestellten Ellipsen oder in Schraubengängen verlaufende Bündel. Im ersten Viertel der Speiseröhre überwiegt die Längsfaserschicht, weiter hinab dagegen die Ringfaserschicht an Dicke, und im unteren Viertel ist letztere um mehr als das Dreifache mächtiger als erstere (*Klein*). Im oberen Viertheile der Speiseröhre sind die Muskeln fast nur quergestreift und bilden deutliche, hie und da zusammenhängende Bündel von 90—540 μ. Einzelne glatte Muskelbündel treten zwischen den quergestreiften indessen schon im Anfangstheile der Speiseröhre (*Klein*), ja sogar bereits im Bereiche des Pharynx (*J. Schaffer*) und zwar zuerst in der inneren Schicht auf. Weiter unten nehmen die glatten Muskelfasern an Zahl immer mehr zu, bis endlich in den zwei unteren Viertheilen ungemein vorwiegend glatte Muskulatur sich findet. Einzelne quergestreifte Fasern finden sich jedoch nach *Ficinus* bis zur Cardia, eine Angabe, die *Welcker*, *Schweigger-Seidel* und *Klein* nicht bestätigt fanden, während in neuerer Zeit *Coakley* in der Gegend des Zwerchfellschlitzes, namentlich in der inneren Ringmuskelschichte, reichliche, quergestreifte Fasern gefunden hat, die sich jedoch gegen die Cardia bald verloren.



Fig. 941.

Die Schleimhaut der Speiseröhre wird — im Gegensatze zu jener des Schlundkopfes — durch eine Schichte längslaufender glatter Muskelbündel, *Muscularis mucosae* (Fig. 941 *mm* u. 942 *m*), in eine eigentliche Schleimhaut und ein Unterschleimhautgewebe (*Submucosa*, *Tunica nervea* der Aelteren) geschieden. Die Muskelschicht der Schleimhaut beginnt am Anfange der Speiseröhre in der Höhe des Ringknorpels, indem an der Innenseite der elastischen Grenzschichte des Pharynx (*J. Schaffer*) erst einzelne Bündel glatter Muskelzellen sich einschieben, die, während zugleich die elastische Grenzschichte verschwindet, rasch an Zahl zunehmen; jedoch erst im unteren Theile der Speiseröhre eine geschlossene Lage von 0,2—0,3 mm Dicke (*Henle*) darstellen. Die

Fig. 941. Querschnitt durch das untere Drittel der Speiseröhre. Vergr. 12. *a* Arterie; *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *mm* *Muscularis mucosae*; *n* Bündel des *Vagus plexus*; *r* Ring-, *l* Längsmuskelhaut dazwischen Nervenbündel und Gefässe; *s* Schleimhaut mit Papillen und Blutgefässen; *sm* Submukosa; *v* Vene.

eigentliche Schleimhaut besteht aus einem fibrillären Bindegewebe mit zarten, elastischen Fasern und ziemlich zahlreichen Zellen, insbesondere Lymphocyten, welche stellenweise, namentlich um die Ausführungsgänge der Drüsen adenoide Massen bilden. Die Oberfläche der Schleimhaut ist mit vielen, stellenweise zusammenfliessenden Längsleisten bedeckt (*Strahl*), auf welchen schmale, kegelförmige Papillen von 90—110 μ Länge aufsitzen (Fig. 944 *l*). Elastische Fasern finden sich über der *Muscularis mucosae* nur in geringer Zahl und namentlich entbehren die Papillen derselben vollständig, während im Bereiche des Pharynx in den Papillen da und dort elastische Fäserchen vorkommen. Die Dicke der eigentlichen Schleimhaut beträgt nach *Klein* beim Kinde nur 10 μ, beim Erwachsenen dagegen 126—289 μ. Das geschichtete Pflasterepithel, welches die Speiseröhre auskleidet und an der Cardia mit einem gezackten Rande an das Cylinderepithel des Magens sich anschliesst, ist 0,22 bis 0,26 mm dick und zieht glatt über die Papillen hinweg. Sein Bau ist derselbe wie in der Mundhöhle, in den oberflächlichen, abgeplatteten Zellen findet man auch hier, wenn auch spärliche, Keratohyalinkörner (*Sclavunos*). Die Submucosa besteht aus

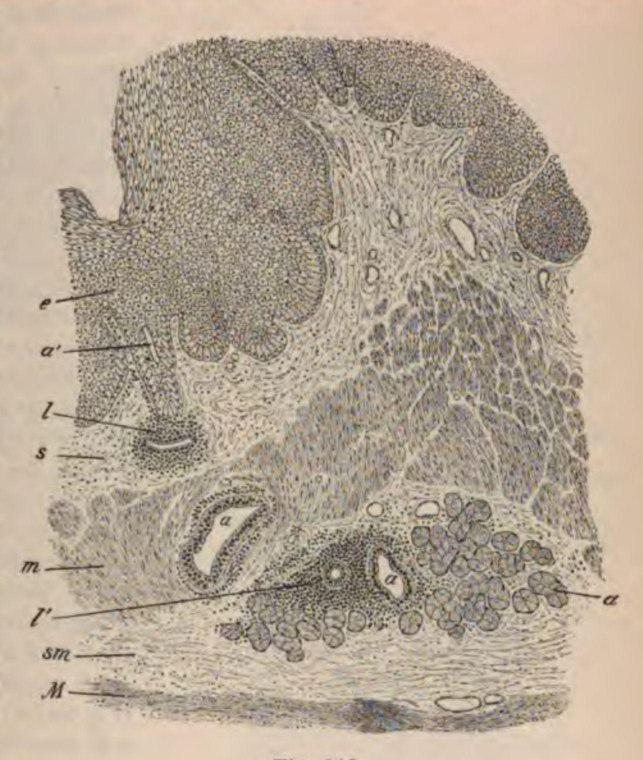


Fig. 942.

lockerem Bindegewebe mit elastischen Fasern, welche theils mit den Netzen zwischen den Bündeln der Muskelhaut, theils mit jenen zwischen den Bündelchen der *Muscularis mucosae* zusammenhängen und enthält im Ganzen spärliche Gruppen von Fettzellen, sowie in der Umgebung der Schleimdrüsengänge Anhäufungen von adenoidem Gewebe (Fig. 942 *l'*).

Die Drüsen der Speiseröhre sind von zweierlei Art. Einmal gewöhnliche Schleimdrüsen, deren Körper in der Submucosa eingelagert sind und zerstreut

Fig. 942. Querschnitt von der Speiseröhre, fixirt mit $3^1/_2$% Salpetersäure. Vergr. 60. *M* Innerster Theil der Ringfaserschicht der Muskelhaut; *a a'* Ausführungsgang einer Schleimdrüse mehrmals getroffen und in der Tiefe von Leukocyten, *l l'* umwuchert; *a* (rechts) Alveolen der Schleimdrüse; *s* Schleimhaut; *m* Muskelhaut derselben; *e* Epithel; *sm* Unterschleimhautgewebe.

durch die ganze Speiseröhre, im Ganzen spärlich und in individuell wechselnder Zahl vorkommen. Zweitens Drüsen, welche in ihrem Baue mit den Cardiadrüsen des Magens übereinstimmen, ihre Lage über der *Muscularis mucosae* in der *Tunica propria* haben und in der Regel nur am oberen und unteren Ende der Speiseröhre vorkommen. Die oberen cardialen Oesophagusdrüsen, wie *J. Schaffer* sie nennt, finden sich bald in der Höhe des Ringknorpels, bald weiter hinab bis in die Höhe des 4.—5. Trachealringes, in den seitlichen Buchten der Speiseröhre in sehr wechselnder Ausdehnung von 1—6 mm vor; die unteren cardialen Drüsen nehmen eine 2—4 mm breite Zone knapp an der Cardia ein und schliessen sich unmittelbar an die eigentlichen Cardiadrüsen des Magens an (Fig. 943).

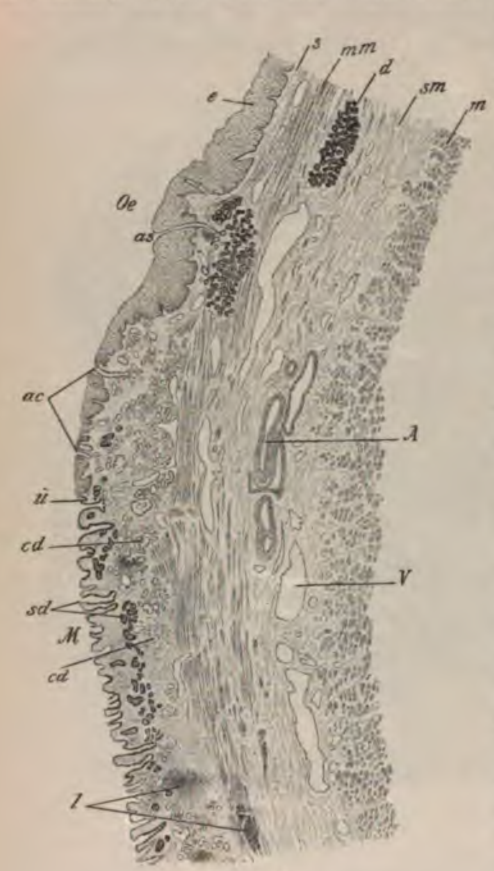


Fig. 943.

Die eigentlichen Schleimdrüsen der Speiseröhre sind tubulo-acinöse Drüsen, wie jene der Mundhöhle, meist ziemlich klein, von abgeplatteter, ellipsoidischer Gestalt mit dem grössten Durchmesser, der bis 2 mm und darüber beträgt, in der Längsrichtung der Speiseröhre gelagert. Die Körper der Drüsen rücken nur ausnahmsweise dort, wo sie am unteren Ende der Speiseröhre in die unmittelbare Nachbarschaft der unteren cardialen Drüsen gelangen, bis in die Muskelschicht der Schleimhaut empor (Fig. 943 *as*), haben aber sonst ihre Lage regelmässig in der Submucosa (Fig. 943 *d*). Die secernirenden Gänge sind ausschliesslich von Schleimzellen ausgekleidet; Halbmonde fehlen vollständig. Bisweilen findet man Drüsen mit entleerten, stark verkleinerten Schleimzellen, welche bei oberflächlicher Betrachtung zu der Täuschung Anlass geben können, als kämen neben Drüsen mit Schleimzellen auch solche mit Eiweisszellen vor. Die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen sind gewöhnlich stark gewunden, von beträchtlicher

Fig. 943. Längsschnitt durch den Uebergang der Speiseröhre in den Magen. Vergr. 7½. *A* Arterien; *M* Magen; *Oe* Oesophagus; *V* Venen; *ac* Ausführungsgänge von cardialen Oesophagusdrüsen; *as* Ausführungsgang einer Schleimdrüse; *cd* Cardiadrüsen (hell); *d* Schleimdrüse des Oesophagus; *e* Geschichtetes Pflasterepithel, *ü* Uebergang desselben in das Cylinderepithel des Magens; *l* Lymphfollikel; *m* Innerste Lage der Ringfasern der Muskelhaut; *mm* *Muscularis mucosae*; *s sm* Submucosa; *sd* *Lieberkühn*sche Drüsen (dunkel).

Lichtung (Fig. 942 *a*) und zeigen nicht selten grössere cysternenartige Erweiterungen. Die kleineren Ausführungsgänge, welche aus einer Einbuchtung der Drüse hervortreten, sind mit einfachen, die weiteren mit geschichtetem Cylinderepithel, manchmal auch mit Pflaster- oder Flimmerepithel ausgekleidet. Die Mündung der Gänge im Bereiche des Pflasterepithels der Schleimhautoberfläche ist aber stets eine stark verengte (Fig. 942 *a'*) und findet sich immer zwischen den Leisten und Papillen, während die cardialen Speiseröhrendrüsen stets auf der Spitze von Papillen ausmünden. Nicht selten sind aus den erweiterten Aus-

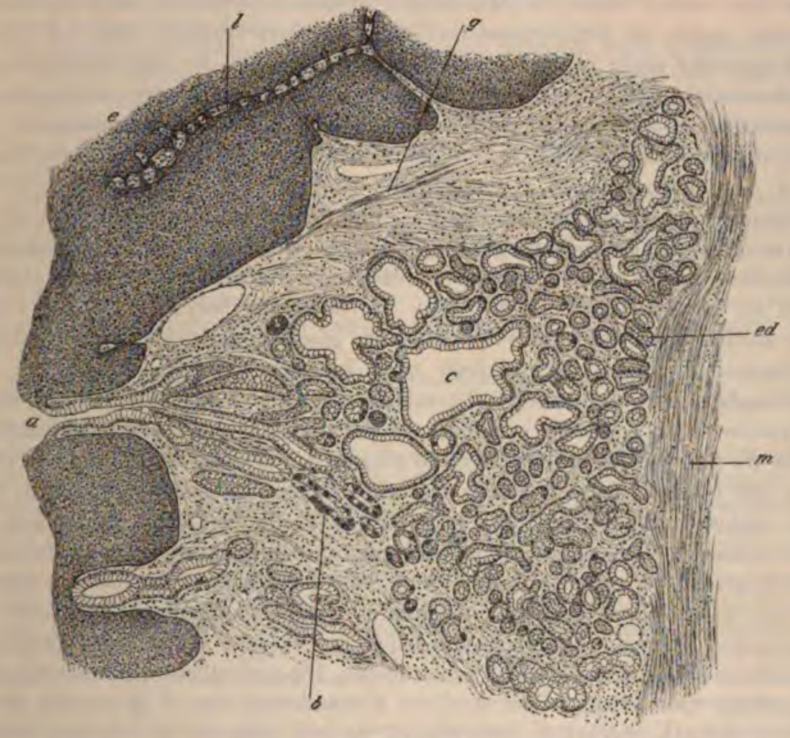


Fig. 944.

führungsgängen durch Abschnürung allseitig geschlossene Cysten hervorgegangen, welche indessen wohl nur als pathologische Bildungen angesehen werden können, während die cysternenartig erweiterten Gänge, welche *Rubeli* auch bei Thieren (Schwein) fand, als ein normales Vorkommen betrachtet werden müssen.

Wie bereits erwähnt wurde und wie *Flesch* zuerst hervorhob, zeigt sich in der Umgebung der Ausführungsgänge der Schleimdrüsen häufig eine Infiltration

Fig. 944. Längsschnitt durch eine untere cardiale Drüse der Speiseröhre. Pikrinsubl. Vergr. 60. *a* Ausführungsgang; *b* Schläuche mit Belegzellen; *c* Cysternenartige Gänge; *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *ed* Endbläschen der Drüse; *g* Glatte Muskelbündel in der Schleimhaut; *l* Schleimhautleiste mit Papillen schräg geschnitten; *m* *Muscularis mucosae.*

des Gewebes mit Lymphocyten. Nicht selten findet man deutliche Follikel um die Gänge entwickelt. Wo das adenoide Gewebe gut ausgebildet ist, kommt auch, ähnlich wie in der Mundhöhle, eine Durchwanderung der Leukocyten durch das Epithel der Gänge und das geschichtete Epithel der Oberfläche vor. Reichlichere Anhäufungen adenoiden Gewebes finden sich nicht selten am unteren Ende der Speiseröhre im Bereiche der cardialen Oesophagusdrüsen.

Die cardialen Speiseröhrendrüsen stimmen in ihrem Baue ganz mit den Cardiadrüsen des Magens (siehe § 241 S. 163) überein. Wie diese bilden sie in der eigentlichen Schleimhaut dicht gedrängte Gruppen von Einzeldrüsen, welche mit breiter Basis die *Muscularis mucosae* berührend oder in dieselbe eingesenkt gegen die Schleimhautoberfläche sich verschmälern, also im Ganzen eine kegel- oder mehr rundliche Gestalt haben. Ihr grösster Durchmesser beträgt an Schnitten 0,7—1,4 mm; doch lässt sich derselbe wegen der wenig scharfen Abgrenzung der einzelnen Drüsen gegen einander nur beiläufig bestimmen. Das Gangsystem besteht aus reich verästelten, vielfach gewundenen Schläuchen, welche sich zu Ausführungsgängen vereinigen, die schliesslich — im Gegensatze zu den Ausführungsgängen der Schleimdrüsen — auf der Höhe einer Papille (Fig. 944 *a*) münden. Die Hauptausführungsgänge sind mit einem einfachen Cylinderepithel ausgekleidet, dessen Zellen jenen der Magenoberfläche (siehe § 240) gleichen. Sowohl im Bereiche der unteren als — wie besonders hervorzuheben ist — der oberen cardialen Speiseröhrendrüsen kann das geschichtete Pflasterepithel zwischen den Drüsenmündungen auf grössere oder kleinere Strecken durch eine dem Cylinderepithel der Magenoberfläche vollständig gleichende Epithelschicht ersetzt sein, wodurch der Eindruck entsteht, als wären Stücke cardialer Magenschleimhaut in die Schleimhaut der Speiseröhre eingesetzt. Die Ausführungsgänge zeigen ebenso wie einzelne Abschnitte des eigentlichen secernirenden Gangsystems nicht selten cysternenartige Erweiterungen (Fig. 944), welche namentlich bei den oberen cardialen Drüsen als flaschenförmige Ausbuchtungen der Ausführungsgänge unterhalb der Ausmündung häufig sind. Die vielfach gewundenen engeren, doch immer mit einer deutlichen Lichtung versehenen Endschläuche sind mit cylindrischen, körnigen, schleimfreien Zellen ausgekleidet, welche den Zellen der Cardiadrüsen des Magens gleichen (siehe diese). Die wesentliche Uebereinstimmung der cardialen Oesophagusdrüsen mit den Cardiadrüsen des Magens wird weiterhin noch dadurch ersichtlich, dass sowohl in den letzteren als in den ersteren da und dort, wenn auch im Ganzen selten, Belegzellen, wie sie den Magensaftdrüsen eigenthümlich sind, vorkommen (Fig. 944 *b*).

An Gefässen und Saugadern ist die Speiseröhre mässig reich. Das oberflächliche Kapillarnetz der Blutgefässe versorgt die Papillen mit einfachen Schlingen ähnlich wie im Pharynx. Die Nerven bilden abgesehen von dem in der Faserhaut gelegenen groben Plexus sowohl in der Muskelhaut als im Unterschleimhautgewebe feinere Geflechte mit eingesprengten Ganglien (*Remak*), welche dem *Plexus myentericus* und *Plexus submucosus* des Darmes annähernd (s. §§ 237 u. 238) entsprechen, wie *Klein* zuerst bemerkte. Die Nervenendigung im geschichteten Pflasterepithele verhält sich wie in der Mundhöhle. Die quergestreiften Muskeln der Speiseröhre werden von markhaltigen Fasern versorgt, welche, wie *Ranvier* beim Kaninchen nachwies, mit zahlreichen Endplatten an die Muskelfasern herantreten, im Wesentlichen also bezüglich der Nerven-

endigung sich wie die Skeletmuskeln verhalten, während daneben Nervengeflechte aus marklosen Fasern ähnlich wie im Darme sich finden.

Der Uebergang der Schleimhaut des Schlundkopfes in jene der Speiseröhre ist für das freie Auge bei den Säugethieren meistens deutlicher als beim Menschen. Während bei letzterem die mehr unregelmässig querfaltige Schlundkopfschleimhaut allmählich in die längsfaltige Speiseröhrenschleimhaut übergeht, findet sich, wie *v. Luschka* zuerst bei Raubthieren nachwies, bei vielen Thieren ein vorspringender, ringförmiger Schleimhautwulst (Pharynxwulst), welcher das Ende des Schlundkopfes gegen die Speiseröhre scharf abgrenzt. Nach *Zander* ist bei den Wiederkäuern dieser Wulst, durch den vorspringenden Rand des *M. pharyngo-palatinus* bedingt, der bei diesen Thieren — ganz abweichend von den Verhältnissen beim Menschen — als ein ringförmig um das Ende des Pharynx verlaufender Muskel sich darstellt.

Die Papillen der Speiseröhrenschleimhaut sind nicht bei allen Säugethieren vorhanden. *Strahl* zeigte, dass kleine Säugethiere, wie die Maus und die Fledermaus, eine ganz glatte Schleimhaut haben, beim Kaninchen, Meerschweinchen, Hunde und bei der Katze Längsleisten ohne Papillen vorkommen und nur bei grösseren Säugethieren, so beim Pferde und Rinde — Längsleisten mit Papillen — ähnlich wie beim Menschen, vorhanden sind.

Das Verhältniss zwischen der quergestreiften und der glatten Muskulatur der Speiseröhre ist ein individuell wechselndes und erklären sich wohl daraus die sehr verschiedenen Angaben über das weitere oder weniger weite Herabreichen der quergestreiften Muskeln, wie bereits *Todd* und *Bowman* (Physiol. Anat. I, 160) und *Donders* (Physiol. 2. Aufl. I, 198) betonen. Bei vielen Säugethieren, namentlich bei den Wiederkäuern zeigt der ganze Oesophagus quergestreifte Muskulatur (*Henle*, Allgem. Anat. S. 586, *Rubeli*).

Was den feineren Bau der quergestreiften Muskelfasern der Speiseröhre anbelangt, so fand *Rubeli*, dass dieselben sich theilen und anastomosiren und auf diese Weise netzartige Verbindungen eingehen.

Die Drüsen der Speiseröhre sind Gegenstand sehr widersprechender Angaben; namentlich was ihre Verbreitung, ihre Lage in der Schleimhaut und ihren feineren Bau anbelangt. *Koelliker* (in Mikr. Anat. II, 2, S. 128) beschreibt die Schleimdrüschen des Oesophagus als theils in, theils unterhalb der Schleimhaut liegend, im Ganzen spärlich und vereinzelt, doch dicht an der Cardia einen Ring von etwa 2‴ Breite bildend. *Henle* (Anat. II, S. 149) hält die Cardiadrüsen für „keinenfalls beständig", während wiederum *W. Krause* (Allg. Anat. S. 205) am untersten Ende des Oesophagus kleinere, rundliche, acinöse Drüsen in der Mukosa selbst findet. *Toldt* (Lehrb. d. Gewebelehre, 3. Aufl. S. 449) und *Stöhr* (Lehrb. d. Histol.) sehen Schleimdrüsen nur im oberen Theile der Speiseröhre. Dagegen sind nach *Luschka* (Anat. I. Bd. S. 236), *Klein* (in *Stricker*'s Handb. S. 379) und *Sappey* (Traité d'anat. IV, p. 145) umgekehrt die Schleimdrüsen weniger zahlreich im oberen Theile. Wie ich an den Präparaten Prof. *Schaffer*'s sehe, finden sich echte Schleimdrüsen bis nahe an die Cardia heran (abgesehen von den eigenthümlichen von *Koelliker* zuerst gesehenen cardialen Oesophagusdrüsen), nur zeigen sich beträchtliche individuelle Verschiedenheiten in Bezug auf die Zahl und Verbreitung dieser stets mehr vereinzelnt vorkommenden Drüschen.

Im Jahre 1879 hatte *Rüdinger* eine besondere Drüse am oberen Ende der Speiseröhre beschrieben, welche auch *W. Krause* als Varietät anführte, die aber später *Lauteschläger*, der speziell nach ihr suchte, nicht auffinden konnte und die nun wieder in Vergessenheit gerieth. *J. Schaffer* zeigte erst in neuerer Zeit, dass im oberen Theile der Speiseröhre Drüsen vom Charakter der Cardiadrüsen in wechselnder Zahl und Anordnung aber — wie es scheint — konstant (wenigstens fanden sie sich an sieben darauf untersuchten Speiseröhren jedesmal) vorkommen. Die von *Rüdinger* beschriebene Drüse gehörte offenbar zu den oberen cardialen Oesophagusdrüsen. *Böhm* und *v. Davidoff* (in Lehrb. d. Hist. 1. Aufl. S. 171) bilden eine cardiale Oesophagusdrüse — ob eine obere oder untere ist fraglich — als Schleimdrüse ab. *Eberth* (in Fortschr. d. Med. Nr. 7, 1897) beschrieb einen Fall von verirrtem Magenepithele mit schlauchförmigen Drüsen in der Speiseröhre, der wohl ebenfalls hieher gehört. Doch handelte

es sich um eine auffallend tief in der Mitte des Oesophagus gelegene Stelle, welche die Entscheidung schwer macht, ob die betreffenden Drüsen den oberen oder den unteren cardialen Oesophagusdrüsen zuzurechnen sind. Da die cardialen Oesophagusdrüsen, wie aus den vorhergehenden Angaben sich ergiebt, öfter mit Schleimdrüsen verwechselt oder übersehen wurden, erklären sich, abgesehen von den individuellen Verschiedenheiten, die widersprechenden Angaben über die Drüsen der Speiseröhre, welche erst durch die Untersuchungen *J. Schaffer's* aufgeklärt wurden.

Ob den oberen cardialen Oesophagusdrüsen eine wesentliche physiologische Bedeutung zukommt, scheint bei der individuell so wechselnden Ausbildung derselben fraglich, obwohl der Umstand, dass sie wohl niemals ganz fehlen, dafür zu sprechen scheint. Wie weit die oberen cardialen Oesophagusdrüsen bei den Säugethieren verbreitet sind, ist noch nicht genauer untersucht. *Dexler* fand sie beim Affen (*Macacus rhesus*). Die Oesophagusschleimhaut ist bei den Amphibien und Reptilien mit Flimmerepithel, welches meistens zahlreiche Becherzellen führt, bedeckt. Besondere Drüsen fehlen häufig gänzlich, doch finden sich solche beim Frosche, beim Proteus und bei Testudo. Der Oesophagus der Vögel ist mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet und führt zahlreiche Drüsen. Bei Vögeln kommen z. Th. einfache, flaschenförmige Drüsen vor, welche an Formen, wie sie gelegentlich auch beim Menschen im Bereiche der oberen cardialen Drüsen sich finden, erinnern. Bezüglich der Oesophagusdrüsen der Reptilien sei auf die Untersuchungen von *Gianelli* und *Giacomini* und jener der Vögel auf die Mittheilungen von *Barthels* verwiesen. Die vergleichende Histologie der Speiseröhre der Wirbelthiere überhaupt behandelt ausführlich das grosse Werk von *A. Oppel* (s. u.).

Die eigenthümlichen blasigen oder cysternenartigen Erweiterungen der Ausführungsgänge der Oesophagusschleimdrüsen des Menschen wurden von *Sappey* (l. c.) wohl zuerst bemerkt; sie erklären auch das häufige Vorkommen von zu wirklichen Cysten abgeschnürten Gangstücken, die von *Sappey*, *Rubeli*, *Lauteschläger* und *Schaffer* gefunden wurden. Die Drüsenschläuche, welche in die zu Cysten umgewandelten Gänge einmünden, veröden allmählich, wie *Schaffer* näher beschreibt. Dass manchmal in den Ausführungsgängen der Schleimdrüsen ebenso, wie in den aus denselben hervorgehenden Retentionscysten auch Flimmerepithel gefunden wird, ist auf frühere embryonale Zustände zurück zu führen. Nach *E. Neumann's* schöner Entdeckung ist der Oesophagus 5—8monatlicher menschlicher Embryonen mit geschichtetem Flimmerepithel bedeckt, das erst später durch typisches Pflasterepithel ersetzt wird und stellenweise noch beim Kinde, am längsten in den Vertiefungen (*Klein*, *Ferré*) erhalten ist.

Am unteren Ende des Oesophagus der Gans, das, wie schon *Thiersch* fand, viele Lymphfollikel enthält, beschreibt *Glinsky* reichliches adenoides Gewebe als *Tonsilla oesophagea*. Diese Thatsache erscheint insoferne von Interesse als auch bei Säugethieren und beim Menschen das untere Ende des Oesophagus, sowie die cardiale Magenschleimhaut reich an adenoidem Gewebe ist; bei *Macacus rhesus* fand *Schaffer* auffallend grosse Follikel mit Sekundärknötchen in dieser Region, und dass beim Schweine in der Gegend der Cardia zahlreiche Lymphfollikel sich finden, allerdings hier mehr im Bereiche des Magens, hebt *Koelliker* schon in seiner mikroskopischen Anatomie (Bd. II, S. 150) hervor.

Litteratur.

Ausser den bereits im Texte angeführten Schriften: *Welcker* und *Schweigger-Seidel*, Verbreitungsgrenzen der quergestreiften und glatten Muskulatur im menschl. Schlunde in *Virchow's* Arch. Bd. 21, S. 455; *E. Klein*, Ueber die Vertheilung der Muskeln des Oesophagus beim Menschen und Hunde in Sitzber. d. Wiener Akad. Bd. LVII, 1868. — Ciliated Epithelium of the Oesophagus in Quarterly Journ. of micr. Science Vol. XX, 1880; *E. Neumann*, Flimmerepithel im Oesophagus menschlicher Embryonen in Arch. f. mikroskop. Anatom. Bd. XII, 1876; *N. Rüdinger*, Beiträge zur Morphologie des Gaumensegels und des Verdauungsapparates, Stuttgart 1879; *Ranvier*, in Leçons d'anat. génér. 1877—78 (Nerven); *Renaut*, Essai d'une nomenclature méthodique des glandes, Arch. de Physiol. 1881 p. 301 und Traité d'histologie pratique T. II fasc. I p. 595; *E. Laimer*, Beitrag zur Anatomie des Oesophagus in Wiener med. Jahrbücher 1883 S. 333; *Ferré*, Les membranes muqueuses, Paris 1886;

Lauteschläger, Beiträge zur Kenntniss der Halseingeweide, Würzburg 1887, Diss.; *M. Flesch*, Ueber Beziehungen zwischen Lymphfollikeln und secernirenden Drüsen im Oesophagus in Anat. Anz. 1888 S. 283; *Rubeli*, Ueber den Oesophagus des Menschen und der Hausthiere, Bern 1890, Diss. und in Arch. f. wiss. u. prakt. Thierheilkunde, Bd. XVI; *Zander*, Beitrag zur Kenntniss des Schlundkopfes bei den Wiederkäuern, Schriften d. physik.-ökonom. Ges. in Königsberg i. Pr. XXXI. Jahrg.; *Coakley*, The arrangement of the muscular fibres of the oesophagus, Research. of the Loomis Laborat. Vol. 2, 1892; *Sclavunos*, Ueber *Oesophagitis dissecans superficialis* mit einem Beitrag zur Kenntniss des Epithels des Oesophagus des Menschen in *Virchow*'s Archiv Bd. 133 (1893); *Barthels*, Beitrag zur Histologie des Oesophagus der Vögel in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 59 (1895); *Gianelli* e *Giacomini*, Ricerche istologiche sul tubo digerente dei Rettili in Proc. verb. d. Reg. Accad. dei Fisiocrit. Anno 205. (1896); *Glinsky*, Ueber die *Tonsilla oesophagea* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58 (1894); *J. Schaffer*, Ueber die Drüsen der menschlichen Speiseröhre in Sitzber. d. Wiener Akad. Bd. CVI, 1897. — Beiträge zur Histologie menschlicher Organe, VI. Oesophagus, Ibid. S. 353; *A. Oppel*, Lehrbuch der vergleich. mikrosk. Anatomie der Wirbelthiere, II. Th. Schlund u. Darm, Jena 1897.

IV. Vom Darme im engern Sinne.

§ 235.

Die zum Darme im eigentlichen Sinne gehörenden Theile sind die am freiesten gelagerten des ganzen *Tractus* und fast alle durch besondere Bänder, die Gekröse, *Mesenteria*, in der grossen, vom Bauchfelle ausgekleideten Bauchhöhle befestigt. Ihre Wände bestehen, mit Ausnahme eines kleinen Theiles des Mastdarmes, überall aus drei Häuten, einer *Serosa*, dem *Peritonaeum*, einer *Muscularis* mit zwei, selbst drei Lagen und einer *Mucosa*, und enthalten in der letzteren eine ungemeine Zahl von einfach schlauchförmigen und zusammengesetzten Drüsen, sowie reichliches adenoides Gewebe, theils diffus, theils in Form geschlossener Bälge.

§ 236.

Das Bauchfell, *Peritonaeum*, ist in seinem äusseren oder parietalen Blatte bedeutend dicker und fester als in seinem inneren oder visceralen (hier 45—67 μ, dort 90—130 μ), zeigt jedoch an beiden Orten im Wesentlichen denselben Bau, und besteht vorzüglich aus Bindegewebe mit deutlichen, verschiedentlich sich kreuzenden Bündeln und zahlreichen Netzen elastischer Fasern, die im parietalen Blatte stärker sind. Die freie Fläche ist von einem einfachen Pflasterepithelium überzogen, dessen abgeplattete, vieleckige, kernhaltige, aus feinkörnigem Protoplasma bestehende Zellen 22 μ im Mittel betragen, durch Intercellularbrücken und Schlussleisten unter einander verbunden sind und der freien Oberfläche ein glattes in feuchtem Zustande glänzendes Ansehen ertheilen. Unter dem Epithel findet sich eine stellenweise mehr homogene oder von Lücken durchsetzte Grenzmembran (*Membrana limitans*, *Bizzozero*), die wohl den elastischen Grenzhäuten zuzuzählen und an den Gekrösen kleinerer Thiere (Kaninchen, Meerschweinchen etc.) für sich darstellbar ist (*Bizzozero, Ranvier*), jedoch nach *Toldt* (Lehrbuch d. Gewebel. 3. Aufl. S. 495) beim Menschen nur an besonders dünnen Stellen des Bauchfelles vorkommen soll. Unterhalb der Limitans

folgt ein Netz feiner elastischer Fasern, das jedoch mit den tiefer gelegenen, derberen elastischen Fasernetzen zusammenhängt. Die Bindegewebsbündel ziehen, parallel der Oberfläche, nach verschiedenen Richtungen, erscheinen im Ganzen scharf gesondert, sind von elastischen Grenzhäutchen umgeben, fliessen da und dort zusammen oder umschlingen sich gegenseitig (*Ranvier*). Sie sind in einer homogenen oder feinkörnigen Grundmasse eingelagert, in der auch Wanderzellen zu bemerken sind. Die eigentlichen fixen Zellen der Bindegewebsschicht des Bauchfelles stellen platte, ästige, theilweise anastomosirende, feinkörnige Zellen dar, welche meistens der Oberfläche der leimgebenden Bündel angeschmiegt erscheinen. Seltener finden sich auch grobkörnige, sogenannte Plasmazellen. Die Bindegewebsschichte des Bauchfelles, durch das subseröse Gewebe mit ihrer Unterlage verbunden, ist dort am reichlichsten entwickelt, wo das Bauchfell leicht verschiebbar ist, fehlt dagegen fast ganz an jenen Stellen, wo dasselbe, wie am Darme, mit Ausnahme gewisser Stellen (Colon, *Appendices epiploicae*), der Leber u. s. w. mit der Unterlage fest verwachsen ist. Das subseröse Gewebe ist wie die Serosa aus Bindegewebsbündeln und elastischen Elementen zusammengesetzt, doch verflechten sich dieselben nach allen Richtungen des Raumes und umschliessen da und dort Gruppen von Fettzellen oder auch grössere Fettläppchen. In den Darmgekrösen unterscheidet *Toldt* eine besondere Bindegewebsmembran (*Membrana mesenterii propria*), welche der Träger der sich verzweigenden Blut- und Lymphgefässe und Nerven, sowie der Lymphknoten und des Fettgewebes ist. Diese entwickelungsgeschichtlich als eine von der eigentlichen Serosa zu sondernde Anlage ist durch das subseröse Gewebe mit derselben verbunden; lässt sich jedoch von letzterem histologisch nicht abgrenzen.

Von eigenthümlichem Baue ist das grosse Netz und der mittlere Theil des kleinen Netzes. Beim Embryo, wie die Gekröse als durchaus zusammenhängende lückenlose Membran angelegt, werden die Netze später von zahlreichen Löchern durchbohrt, wodurch schliesslich ein zierliches, gitterartiges Balkenwerk mit dazwischen liegenden, zum Theil mit freiem Auge wahrnehmbaren, zum Theil mikroskopisch kleinen Maschen zu Stande kommt. Die Balken sind ringsum von Epithelzellen bedeckt, indem die Zellen der beiden Flächen der Netzplatte überall an dem Balken in Berührung sind; nicht selten ist ein Balken von einer einzigen Epithelzelle umscheidet (*Finkam*). Die Grundlage der Balken sind, wie anderwärts im Peritonaeum, Bindegewebsbündel mit elastischen Fasern, welche zwischen den Maschen hindurchziehen und nicht selten die Peripherie der Maschen umkreisen, ehe sie in eine andere Richtung abbiegen. Die ursprüngliche, undurchlöcherte Beschaffenheit der Netzplatte bleibt in der Nähe der Anheftungsstellen und in der Umgebung der grösseren Gefässe erhalten; letztere Stellen sind es auch, wo vorzüglich das Fettgewebe in stärkerer Ausbildung gefunden wird.

Das Bauchfell enthält auch beim Menschen wie bei Thieren (s. I. Bd. S. 138) Züge glatter Muskeln, doch beschränken sich diese, so viel man weiss, fast ausschliesslich auf die weiblichen Geschlechtsorgane (s. unten) und sind sonst nur gesehen in der *Plica ileo-coecalis* (*Luschka*).

Die Blutgefässe des *Peritonaeum* sind im Allgemeinen spärlich und noch am zahlreichsten in den Netzen und im visceralen Blatte, ferner im subserösen Gewebe. Auch Lymphgefässe kommen in einer gewissen Anzahl vor und münden am *Diaphragma* durch eigenthümliche Spaltöffnungen

(siehe unten beim Lymphgefässsysteme) in die Höhle des serösen Sackes aus (*v. Recklinghausen*). Am Darme finden sich nach *Auerbach* in der serösen Bekleidung nur an einer 0,5—6 mm breiten Stelle am Mesenterialrande Lymphgefässe, die als ein Zwischengebiet zwischen den Gefässen des *Mesenterium* und denen des Darmes anzusehen sind. Wenig zahlreich sind auch die Nerven, die vorzüglich im Netze, den Gekrösen, am Zwerchfelle, in den Milz- und in den Leberbändern, an den letzten Orten vom *Phrenicus* her (*Luschka*), in Begleitung der Arterien, sich nachweisen lassen. Ihr feineres Verhalten haben *E. Klein*, *Cyon*, *Finkam* und *E. F. Hoffmann* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien. 95. Bd. 1887) verfolgt und festgestellt, dass aus den Geflechten freie Enden markloser Fäserchen hervorgehen. *Hoffmann* beschreibt beim Frosche ausserdem einen subendothelialen Nervenplexus und Fäserchen, welche an Bindegewebszellen und an Zellen der Spaltöffnungen der Lymphcysternen herantreten. Im Mesenterium der Katze kennt man Endigungen markhaltiger Fasern in *Pacini*schen Körperchen (siehe § 52. S. 188); beim Menschen fand sie *Pacini* im *Plexus coeliacus* (*Krause* in Allgem. Anat. S. 298).

§ 237.

Muskelhaut des Darmes. Alle Theile des *Tractus* vom Magen bis zum Mastdarme besitzen eine besondere *Muscularis*, die jedoch nicht überall gleich sich verhält.

Am Magen ist die Muskelhaut nicht überall von gleicher Dicke, und zwar am *Fundus* ganz dünn (0,5—0,7 mm), in der Mitte ungefähr 1 mm, in der *Regio pylorica* endlich 1,6 mm, selbst 2,2 mm dick. Sie besteht aus drei, jedoch nicht vollständigen Schichten: 1. Längsfasern zu äusserst, einmal als Ausstrahlung eines Theiles der Längsfasern des *Oesophagus*, von dem aus die an der kleinen Curvatur bis zum *Pylorus* sich erstrecken, während die anderen an der vorderen und hinteren Magenwand zum Theile frei auslaufen, und an der obern Seite des *Fundus* in eine sehr dünne Schichte sich fortsetzen, welche über die grosse Curvatur bis in die Längsbündel des *Pylorus* verfolgt werden können, dann auch als selbständige Fasern an der rechten Magenhälfte, von wo sie straff ausgespannt auf das *Duodenum* übergehen; 2. Ringmuskeln im mittleren Theile des Magens mit Ausnahme der Curvaturen die äussere Schicht bildend, von der rechten Seite der *Cardia* an bis zum



Fig. 945.

Fig. 945. Magen des Menschen, verkleinert. *a Oesophagus* mit den Längsfasern; *d Duodenum*; *o Fibrae obliquae*; *p Pylorus*; *tr* Querfasern (zweite Lage) grösstentheils abpräparirt; *tr'* Querfasern am *Fundus*.

Pylorus, und hier am stärksten, wo sie den sogenannten *Sphincter pylori* bilden; 3. schiefe Fasern zu innerst (Fig. 945), die zusammenhängend mit besonderen Ringmuskeln am *Fundus* denselben schleifenförmig umfassen und an der vorderen und hinteren Magenwand schief gegen die *Curvatura major* verlaufen, wo sie zum Theil mit elastischen Sehnen (*Treitz*) an die Aussenseite der Schleimhaut sich ansetzen, zum Theil untereinander zusammenhängen und in die Ringmuskeln übergehen (siehe auch die guten Abbildungen in *Beau* und *Bonamy* III. Pl. 14, sowie von *O. v. Aufschnaiter* in Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. CIII S. 75).



Fig. 946.

An den dünnen Gedärmen ist die Muskelhaut am *Duodenum* und den obern Theilen etwas dicker als an den unteren, im Allgemeinen von 0,3—0,5 mm, und nur aus Längs- und Querfasern zusammengesetzt. Die ersten sind immer schwächer und bilden auch keine vollständige Schicht, indem sie am Gekrösrande sehr spärlich sind oder gänzlich fehlen, am freien Rande sind sie gewöhnlich am deutlichsten, doch ziehen sie auch hier leicht mit der *Serosa* sich ab, so dass die zweite Schicht entblösst wird. Diese ist vollständig, geht in die *Valvula Bauhini*, aber nicht in die *Kerkring*'schen Falten ein, und besteht aus ringförmigen Bündeln, die nicht selten unter sehr spitzen Winkeln zusammenhängen. Der *Musc. suspensorius duodeni* (*Treitz*) ist ein bis 4 cm langer, etwa 2,7 cm breiter und 2,2 mm dicker glatter Muskel, welcher vom obern Rande des letzten Endes des *Duodenum* entspringt und mit elastischen Sehnen an dem dichten Bindegewebe sich verliert, welches die *Art. coeliaca* umgiebt, und auch mit Ausläufern der inneren Schenkel des Zwerchfells zusammenhängt (l. i. c. Tab. II.).

Am Dickdarme sind die Längsfasern wesentlich auf die drei *Ligamenta coli* beschränkt, die am *Coecum* beginnen und an dem *S. romanum* in zwei rechts und links gelegene Bündel zusammenfliessen, die, verbunden mit besondern selbständigen Fasern, die Längsmuskelschicht des Mastdarmes bilden, doch kommen nach *Henle* auch zwischen den drei *Ligamenta* schwache Längsmuskelzüge vor. Unter den Längsmuskeln liegt eine zusammenhängende Ring-

Fig. 946. Längsschnitt durch die *Pars analis recti* vom neunjährigen Knaben. Vergr. 7. *K* Krypten; *Lm* Längsmuskeln des *Rectums*; *M* *Morgagni*'scher Sinus; *Rm* Ringmuskeln: *Spe* *Sphincter ani externus*; *Spi* *Sphincter ani internus*; *e e'* Pflasterepithel mit Papillen; *e' e"* Epidermis mit Papillen; *hb* Haarbälge; *m* *Muscularis mucosae*; *s* Schleimhaut; *sd* Schweissdrüse; *sm* *Submucosa* mit Gefässen bes. Venen; *t* Talgdrüsen.

faserlage, dünner als am Dünndarme und besonders in den unter dem Namen *Plicae sigmoideae* bekannten Falten entwickelt.

Der Mastdarm hat eine 2,2 mm und darüber dicke Muskellage, an der die stärkeren Längsfasern aussen, die Ringfasern innen liegen. Das letzte etwas dickere Ende der Ringfasern ist der *Sphincter ani internus,* mit dem dann der quergestreifte *Sphincter externus* und *Levator ani* sich verbinden. Die Längsfasern enden nach *Treitz* mit elastischen Sehnen, welche theils an die Beckenbinde sich ansetzen, theils den *Sphincter ani externus* durchbohren und im subcutanen Bindegewebe der *Anus*-Gegend sich verlieren. Nichts destoweniger ist die Längsmuskelschicht unterhalb der Beckenbinde stärker, was nach *Treitz* daher rührt, dass von dieser Binde, dann vom *Levator* und vom Steissbeine (*M. recto-coccygeus Treitz*) auch neue solche Fasern entspringen (*M. sustentator recti.*, *Holl*), von denen auch einige dem inneren Ringmuskel sich beimengen. Zudem finden auch, wie *Laimer* (Wiener med. Jahrb. 1884) zeigte, Uebergänge von Fasern der Längs- in die Ringmuskelschicht statt. An Schnittserien hat *C. Roux* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIX) nachgewiesen, dass Längsfasern die Ringfasern im Bereiche des *Sphincter internus* durchsetzen und mit der *Muscularis mucosae* sich vereinigend, in die Haut des Afters einstrahlen (Fig. 946). Den sogen. *Nelaton*'schen *Sphincter superior* leugnen *Treitz* und *Kohlrausch*, er entspricht, wie spätere Untersuchungen gezeigt haben (*Laimer* l. c. 1883), einer lokalen Verdickung der Ringmuskeln im Bereiche der Querfalten des Rektums.



Fig. 947.

Mit Bezug auf ihren feineren Bau gehören alle Muskeln des eigentlichen Darmes zu den sogenannten glatten oder ungestreiften (vegetativen, organischen) Muskeln (siehe § 36), deren Elemente 0,13—0,5 mm messen (im Magen fand *Snellen* [*Ned. Lanc.* 5. Jahrg. p. 309] die Muskelfasern 0,35 bis 0,55 mm, *Paul Schultz* im Mittel 0,24 mm lang, *Moleschott* im Darme von 0,15—0,5 mm), und Kerne von 13—27 μ Länge, 2,2—6 μ Breite besitzen, die nach *Lehmann* an in Wasser erweichten Muskeln nicht sichtbar sind, nach *Henle* auch bei beginnender Fäulniss spurlos verschwinden, was *Koelliker* dadurch erklärt, dass die Kerne äusserst leicht aus den Faserzellen heraustreten, so dass man sie immer in Menge neben denselben frei findet. Die glatten Muskelzellen des Darmrohres besitzen eine deutlich fibrilläre Struktur und sind in der Regel an den Enden einfach zugespitzt, selten gabelig oder

Fig. 947. Blutgefässe der glatten Muskeln des Darmes. Nach einer *Gerlach*'schen Injektion. Vergr. 45.

mehrfach getheilt. Sie enthalten, wie *Goebel* (in *Virchows* Arch. Bd. 136) nachweist, bei erwachsenen Menschen Pigmentkörnchen, welche zuerst in der Umgebung der Kerne auftreten. Die glatten Muskelzellen sind zunächst in Bündeln angeordnet, welche von spärlichem leimgebenden Gewebe mit reichlichen elastischen Fasern umhüllt werden. Innerhalb der Bündel lassen sich da und dort feine Fäserchen, welche zum Theile sicher elastischer Natur sind, sowie Blutkapillaren erkennen. Obwohl, abgesehen von diesen Einlagerungen, die Substanz, welche die Muskelzellen eines Bündels zusammenhält wie ein gleichartiger Kitt sich darstellt und früher auch als solcher aufgefasst wurde, so scheinen nach neueren Untersuchungen doch verwickeltere Verhältnisse vor zu liegen. Wie zuerst *Kultschizny* (in Biol. Centralb. Bd. VII, 1887) angab, sollen die glatten Muskelzellen, wie die Epithelzellen durch Intercellularbrücken untereinander verbunden sein, worin ihm eine Reihe von Forschern (*Busachi*, *Klecki*, *Boheman*, *De Bruyne*, *P. Schultz*) im Wesentlichen beistimmen, während *Barfurth* die Zellen durch Längsleisten mit einander in Verbindung treten lässt. Nach eigenen Untersuchungen halte ich die Intercellularbrücken, welche, wenn sie — wie *P. Schultz* annimmt — aus kontraktilen Fibrillen beständen, physiologisch schwer verständlich wären, für Trugbilder, theils bedingt durch Zickzackbiegungen, theils durch Vakuolenbildung an der Oberfläche der Muskelfasern, endlich durch Querfalten in der zwischen den Muskelfasern ein Wabenwerk bildenden häutchenartigen Zwischensubstanz. Nach *Garnier* (in Arch. de l'Anat. Phys. 1897) und *E. Hoehl* (in Anat. Anz. Bd. XIV S. 253) finden sich zwischen den glatten Muskelzellen überall Bindegewebsnetze; deren Fäserchen hauptsächlich quer zur Längsrichtung der Muskelzellen verlaufen, wodurch der täuschende Eindruck von Intercellularbrücken sich erklären würde. Auch *J. Schaffer* (in Anat. Anz. 15. Bd. S. 36), welcher die, Intercellularbrücken vortäuschenden Trugbilder am eingehendsten erklärt, weist überall zwischen den glatten Muskelzellen Bindesubstanz nach. Viele Faserzellen besitzen knotige Anschwellungen (vergl. Fig. 95), welche von theilweisen Kontraktionen während des Absterbens herrühren, manchmal auch zickzackförmige Biegungen, die wie *P. Schultz* hervorhebt, den erschlafften Muskelfasern zukommen, wenn dieselben nach vorausgegangener Kontraktion nicht passiv gedehnt wurden. Solche zickzackförmige Biegungen bewirken das, namentlich an Spirituspräparaten so häufige, quergebänderte Ansehen der ganzen Bündel solcher Muskeln. Wirklich quergestreifte Muskeln kommen im eigentlichen Darme der Wirbelthiere nur ganz ausnahmsweise vor und sind nur zwei Fische bekannt, nämlich die Schleie und der Schlammbeisser (*Cobitis*), deren Darmrohr wie *Reichert* und *Leydig* nachwiesen, quergestreifte Muskelfasern enthält.

Die Blutgefässe der glatten Muskeln des Darmes sind sehr zahlreich und bilden ihre 6,7—9 μ breiten Kapillaren ein hübsch ausgeprägtes Netz mit rechteckigen Maschen. Auch Lymphgefässe sind von *L. Auerbach* in der Muskelhaut aufgefunden worden. Dieselben bilden mit „interfascikularen Kapillaren“ (*Auerbach*) von 10—12 μ in der Längsmuskelschicht gewöhnlich nur Eine und in der Quermuskellage mehrere Lagen von netzförmig verbundenen Kanälen und münden in ein zwischen beiden Muskellagen befindliches Netz von gröberen Gefässen (interlaminares Netz *Auerbach*), welches am angewachsenen Darmrande Abzugskanäle an das *Mesenterium* abgiebt. Die Nerven des Darmes

anlangend, so hat ebenfalls *L. Auerbach* die sehr wichtige Entdeckung gemacht, dass die *Muscularis* des ganzen Darmes vom Pförtner an abwärts ein sehr reiches Nervengeflecht mit vielen mikroskopischen Ganglien enthält. Dieser sogenannte *Plexus myentericus* (*Auerbach*), welcher übrigens bereits in der Speiseröhre und im Magen sich findet, liegt zwischen der Längs- und Querfaserschicht der Muskelhaut und sendet eine Menge feiner Aestchen an die beiden Lagen derselben, während seine gröberen Zweige in die Nerven der Schleimhaut sich fortsetzen, von denen der nächste Paragraph handeln wird.



Fig. 948.

Das *Auerbach*'sche Gangliengeflecht ist eine der wunderbarsten Bildungen im Gebiete des an merkwürdigen Formen so reichen sympathischen Nervensystems und war dieser schöne Fund von wesentlicher Bedeutung. *Koelliker* hat bald nach dem Erhalten der vorläufigen Mittheilung von *Auerbach* den Darm des Menschen auf dieses Geflecht untersucht und Alles von diesem Forscher Angegebene bestätigt gefunden (5. Aufl.). Nebenstehende Fig. 948 zeigt einen Theil des Geflechtes eines Kindes und macht eine weitere Beschreibung der gröberen Verhältnisse unnothwendig, die trotz ihrer Mannigfaltigkeit doch etwas Bezeichnendes und Gleichbleibendes darbieten, was die Abbildung naturgetreu wiedergiebt. Sonderbar und sonst nirgends in dieser Weise vorhanden ist die Plexusbildung sowohl in den Ganglien des Geflechtes als den sie verbindenden stärkeren Stämmchen. Da die sich verflechtenden Ganglienmassen und Nervenfaserbündelchen alle ganz platt sind, wie *Auerbach* richtig bemerkt, so erscheinen natürlich Ganglien und Nervenstämme wirklich durchlöchert, in der Art jedoch, dass in den ersteren die Löcher sehr verschieden gross und mehr rundlich, in letztern dagegen mehr gleichartig und in die Länge gezogen sind. Bezüglich auf den feineren Bau des Geflechtes, so glaubte *Koelliker*, wie *Auerbach*, eine sehr reichliche Entstehung von Nervenfasern in demselben annehmen zu müssen, auch hat sich derselbe von dem Vorkommen unipolarer Zellen bestimmt überzeugt, ohne jedoch das Vorkommen von Zellen mit mehr als einem Fortsatze leugnen zu können, da die Erforschung des genauen Verhaltens der Zellen hier grössere Hindernisse bietet, als an andern Orten. Die, die Ganglien verbindenden Stämmchen sind häufig ganglienzellenhaltig, so dass sie oft wirklich lange, schmale Ganglien bilden, meist ragen jedoch die Zellen nur mehr weniger weit in die Anfänge derselben hinein, und bestehen dieselben im weiteren Verlaufe aus blassen Nervenfasern. Diese scheinen, wie *Auerbach* meldet, auf den ersten Blick 4,5—6,7 μ breit zu sein, sind jedoch selbst noch aus Bündeln feiner Fäserchen zusammengesetzt. In den Nervenstämmchen und Ganglien bemerkt man ausserdem viele länglichrunde und spindelförmige Kerne, von welchen jedoch die meisten, vielleicht alle kleinen Spindelzellen angehören und mit etwas gleichartiger Bindesubstanz ein Umhüllungsgewebe für die einzelnen grösseren und kleineren Abtheilungen des Geflechtes darstellen. Wie *Gerota* (in Verhandl. d. Anat. Ges. XI, 1897)

Fig. 948. Ein Theil des *Auerbach*'schen Ganglienplexus von einem Kinde. 30mal vergr. Es sind drei durchlöcherte grosse Ganglienmassen dargestellt nebst einer gewissen Zahl verbindender Nervenfäden, von denen die zwei stärksten auch zahlreiche Lücken besitzen.

nachweist, sind alle Theile des Geflechtes von Endothelscheiden umhüllt, an deren Innenseite relativ weite, injizirbare Räume sich finden. Doch lassen sich von diesen Räumen aus weder Lymphgefässe noch die Perineuralscheiden der zum Darme zutretenden Nerven füllen. Feine Ausläufer des Geflechtes von 2,2—4,5 μ Breite sieht man an vielen Orten zwischen den Muskelfasern sich verlieren, und kann es keinem Zweifel unterliegen, dass ein grosser Theil der aus dem Geflechte hervorgehenden Aeste, soweit sie nicht Verbindungen mit dem in der *Submucosa* des Darmes befindlichen *Meissner*'schen Nervengeflechte herstellen oder für die Blutgefässe bestimmt sind, in der Darmmuskulatur ihr Ende findet. Das feinere Verhalten der Ganglienzellen und Nervenfasern des *Auerbach*schen Geflechtes wurde erst durch die Anwendung der Methylenblau- und Chromsilbermethode einigermassen aufgedeckt, nachdem die Goldmethode nur theilweise über die Nervenendigung nicht aber über das Verhalten der Ganglienzellen Aufschlüsse gebracht hatte.

Die Ganglienzellen sind, wie jene des *Sympathicus* überhaupt, grösstentheils multipolar, doch kommen auch unipolare und bipolare vor. Die multipolaren Zellen haben jedoch, wie jene des *Meissner*'schen Geflechtes, das Eigenthümliche, dass ihre Dendritfortsätze zum Theil auf sehr lange Strecken ungetheilt verlaufen, bis sie zwischen anderen Ganglienzellen mit wenigen Verzweigungen ihr Ende finden und es ist daher begreiflich, dass *S. Ramón y Cajal* Ganglienzellen vor sich zu haben glaubte, welche nur Neuraxonen und gar keine Dendriten besitzen. Dem gegenüber betonen *Dogiel* (in Anat. Anz. Bd. X, S. 517) und *Koelliker* (s. dieses Handb. Bd. II, S. 867), dass die Ganglienzellen der Darmgeflechte ebenfalls nur Einen Axon besitzen. Auf der Oberfläche der Ganglienzellen finden sich cirkumcelluläre Endgeflechte, welche, wie *Dogiel* und *Koelliker* annehmen, von cerebrospinalen, motorischen Fasern I. Ordnung herrühren. Wie durch die physiologischen Versuche von *E. Steinach* beim Frosche wahrscheinlich wird, gelangen diese motorischen Fasern durch die hinteren Wurzeln der Spinalnerven in den *Sympathicus*. Die Nervenfasern, welche die Muskelhaut des Darmes versorgen, gehen vermuthlich aus Axonen der Ganglienzellen des *Auerbach*'schen Geflechtes hervor. Aus dem Geflechte dringen zahlreiche feinere Nervenästchen einerseits in die Längs- anderseits in die Ringmuskelhaut und bilden dort zunächst einen zweiten feineren, zellenfreien Plexus mit in der Richtung der Muskelbündel langgezogenen Maschen (Fig. 949), aus welchem feine Zweige in die Muskelbündel senkrecht zu deren



Fig. 949.

Fig. 949. *Plexus myentericus Auerbach* vom Dünndarme des Kaninchens. Vergr. 42. Nach einem Goldpräparate von Prof. *Drasch*. Die hellen Flecken in den Knoten entsprechen Ganglienzellen; die feinen querlaufenden schwarzen Fäden entsprechen den in die Ringmuskelhaut eindringenden Nerven.

Verlauf eindringen. Diese geben nun in kurzem Verlauf rechts und links variköse Fäserchen ab, welche etwas geschlängelt, in der Hauptsache jedoch den Muskelfasern parallel verlaufen und wiederholt sich theilend da und dort mit keulen- oder birnförmigen kurzen Endästchen an die Muskelzellen sich anlegen (Fig. 950). Eine Nervenfaser versorgt so eine grosse Zahl von Muskelzellen. Ob jede Muskelzelle ein Nervenende erhält, ist nicht erwiesen, doch hält *E. Müller* dies für wahrscheinlich.



Fig. 950.

Aeltere Angaben, welchen zufolge die Nerven in den Kernen der glatten Muskelzellen ihr Ende finden sollten, oder ein terminales Netz, dessen Fäserchen die Muskelfasern durchbohren, vorhanden wäre (*J. Arnold*), haben sich nicht bestätigen lassen; es ergab sich vielmehr, dass, wie *Koelliker* bereits im Jahre 1862 (Würzb. naturwiss. Zeitschr. Bd. II) angab, die feinsten Nervenfäden mit freien Enden versehen sind. Auch die Angabe *Ranvier*'s, dass die Nerven an den Muskelzellen mit kleinen, motorischen Endplatten analogen, Tastflecken enden, haben die neueren Untersuchungen von *Arnstein*, *S. Ramón y Cajal*, *G. Retzius*, *Berkley* und *E. Müller*, auf welchen die oben gegebene Darstellung beruht, nicht bestätigt.

§ 238.

Schleimhaut des Darmes. Die Schleimhaut des Darmes besteht vom Magen an abwärts überall aus mehreren Schichten und zwar 1. aus dem Unterschleimhautgewebe, *Tunica submucosa s. nervea*, 2. der Muskellage der Schleimhaut, *Muscularis mucosae*, 3. der Schleimhaut im engeren Sinne und 4. dem Epithel.

Die *Tunica submucosa* besteht noch aus gewöhnlichem Bindegewebe mit ziemlich zahlreichen feinen elastischen Fasern, und enthält ausserdem eine bedeutende Menge von meist spindel- und sternförmigen, seltener rundlichen Bindesubstanzzellen, und da und dort kleine Häufchen von Fettzellen. In der eigentlichen Schleimhaut macht dieses Gewebe einer gleichartigen Bindesubstanz ohne elastische Elemente Platz, in welcher von Formelementen, abgesehen von Muskeln, Nerven und Gefässen, nichts als Netze von Bindesubstanz und in den Lücken derselben eine bald grössere, bald geringere Zahl von rundlichen, Lymphkörperchen ähnlichen Zellen sich erkennen lassen, so dass mithin das Gewebe mehr weniger bestimmt der von *Koelliker* sogenannten netzförmigen oder cytogenen Bindesubstanz, dem adenoiden Gewebe von *His* sich anreiht. Ganz nach innen, d. h. gegen das Epithel zu, verdichtet sich das Gewebe der Schleimhaut zu einer Zellen enthaltenden hautartigen Lage, welche bald ununterbrochen, bald wie an den Darmzotten gewisser Geschöpfe (siehe unten), von kleinen Lücken durchsetzt ist, und, wie *Drasch*

Fig. 950. Nervenendverästelung aus der Muskelhaut des Magens der Ratte. *Golgi* Imprägnation. Vergr. 530.

nachweist, im Bereiche der Darmzotten von dem adenoiden Gewebe sich isoliren lässt.

Die *Muscularis mucosae*, von *Brücke* zuerst genauer beschrieben, besteht stellenweise aus zwei Lagen, an anderen Orten nur aus Einer und dann der Länge nach verlaufenden Schicht, und zeigt überall spindelförmige einkernige Zellen von wesentlich derselben Beschaffenheit wie in der Muskelhaut. Abgesehen von dieser Lage besitzt jedoch auch die eigentliche Schleimhaut glatte Muskelfasern, die selbst bis in die freien Erhebungen derselben oder die Zotten hineinragen können.

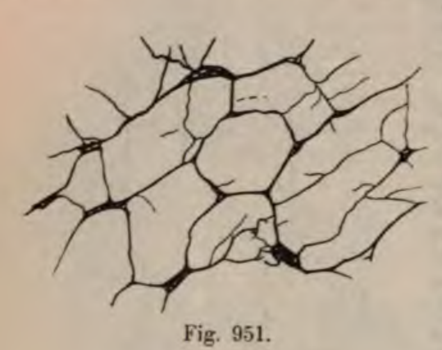


Fig. 951.

Das Epithel ist im ganzen Darme von der *Cardia* an ein einschichtiges Cylinderepithel von etwa $22\,\mu$ Dicke, dessen Zellen im Magen von anderer Beschaffenheit als im Darme als die Hauptquellen der schleimigen Absonderung gelten müssen.

Von den übrigen Bestandtheilen der Schleimhaut sitzen die kleineren schlauchförmigen Drüsen überall in der eigentlichen Schleimhaut über der *Muscularis mucosae*. Bis in das submuköse Gewebe reichen die *Brunner*'schen Drüsen des Zwölffingerdarmes und dann auch die solitären und haufenweise beisammenliegenden Follikel, deren Spitzen jedoch häufig bis unter das Epithel hervorragen. — An Gefässen der beiderlei Arten ist die Schleimhaut des Darmes sehr reich, und was die Nerven anlangt, so hat im Jahre 1857 *Meissner* die schöne Entdeckung gemacht, dass die ganze *Submucosa* der Säugethiere und des Menschen vom Magen an abwärts einen reichen Nervenplexus mit vielen Ganglien enthält, der von

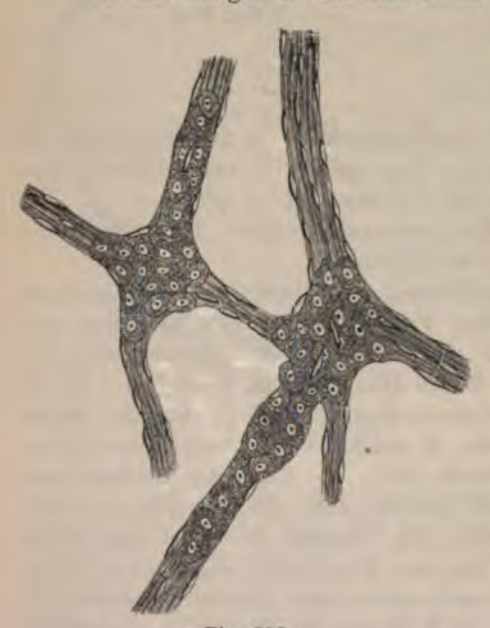


Fig. 952.

Fig. 951. *Meissner*'sches Geflecht vom Dünndarme des Kaninchens. Nach einem Goldpräparate von Prof. *Drasch*. Vergr. 85. Die hellen Flecken in den Knoten des Geflechtes entsprechen Ganglienzellen.

Fig. 952. Ein Theil des *Meissner*'schen Geflechtes der *Submucosa* des Kindes. 350mal vergr. Es sind zwei Ganglien dargestellt, deren Zellen zum Theil in die abgehenden Nerven sich fortsetzen. An diesen sind die spindelförmigen Bildungen nicht Kerne, sondern Bindegewebskörperchen.

Billroth und dann trotz anfänglichen Widerspruches von Seiten *Reichert's* und *Hoyer's* gegen *Billroth's* Angaben auch von *Remak*, *Manz*, *W. Krause*, *Kollmann*, *Breiter* und *Frey* bestätigt und seitdem oft untersucht wurde. Der *Meissner*'sche *Plexus submucosus*, obschon die Fortsetzung des *Auerbach*-schen Plexus, mit welchem er durch zahlreiche die Ringmuskelhaut schräg durchbohrenden Nervenbündeln in Verbindung steht, ist doch im gröberen anatomischen Verhalten in sofern verschieden, als in demselben, wie es scheint, nur massige Ganglien und Nerven, und keine siebförmig durchbrochenen Bildungen vorkommen.



Fig. 953.

Auch sind Ganglien und Nervenstämmchen hier erheblich feiner wie sich aus dem Vergleiche der beiden Figuren 949 und 951 ergiebt, welche erstere, obwohl nur halb so stark vergrössert, wie Fig. 951 die auffallend grösseren Dimensionen der Theile des *Auerbach*'schen Plexus zeigt. Dagegen kommen hier langgestreckte Ganglienmassen und vereinzelte Ganglienzellen eher noch häufiger vor, als dort. Der feinere Bau ist wie beim *Auerbach*'schen Plexus und betonten *Manz* und *Koelliker* (5. Aufl. S. 399) schon vor langer Zeit

Fig. 953. Eine multipolare alleinstehende Zelle des *Meissner*'schen Geflechtes einer jungen Katze. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, k. Tub. *Golgi*. *n Axon*.

das häufige Vorkommen unipolarer Zellen, welches auch durch die neueren Untersuchungen sich bestätigt hat, wie aus Fig. 841 auf S. 866 des II. Bandes zu ersehen ist. Die typischen Formen der mit langen Dendritfortsätzen versehenen multipolaren Ganglienzellen zeigen Fig. 842—845 des II. Bandes, deren erste hier in Fig. 953 wiederholt ist.

Die aus dem *Meissner*'schen Geflechte hervorgehenden Nervenbündel versorgen zum Theile die Blutgefässe der *Submucosa*, dringen aber grösstentheils gegen die Schleimhaut vor, bilden in der Region der Muskelhaut der Schleimhaut ein feines Geflecht, aus welchem zahlreiche Terminalfasern in die glatten Muskelbündel eindringen, die sich ebenso verhalten wie jene, welche die eigentliche Muskelhaut des Darmes versorgen. Nach *Berkley* (Anat. Anz. 1893) finden sich in der *Muscularis mucosae* neben einfachen Nervenendigungen noch besondere Terminalorgane, welche an motorische Endplatten quergestreifter Muskeln erinnern. Ein guter Theil der Nervenfasern dringt aber noch weiter n die eigentliche Schleimhaut um sowohl in dieser selbst, als an den Drüsen ihr Ende zu finden. Von dem feineren Verhalten dieser Nerven soll in den folgenden Paragraphen im Einzelnen die Rede sein.

Der dem Darme der Säuger an den meisten Stellen eigenthümliche Bau der Mucosa, ihre Zusammensetzung aus netzförmiger oder cytogener Bindesubstanz (adenoide Substanz *His*) ist zuerst von *His* genau beschrieben und als eine allgemeine Erscheinung dargethan worden, doch waren die lymphkörperchenartigen Zellen der Mucosa schon seit langem durch *Koelliker* (Mikr. Anat. II. 2. S. 170) und *Virchow*, später auch von *Henle*, und die netzförmig verbundenen Bindegewebskörperchen durch *Heidenhain*, *Wiegandt* und *Rindfleisch* beschrieben worden und hatten auch *Basslinger* bei der Gans und *W. Krause* bei verschiedenen Thieren den Angaben von *His* sehr nahestehende Mittheilungen gemacht. *Krause* braucht auch den für seine Auffassung der Verhältnisse bezeichnenden Namen „Lymph- oder Lymphkörpercheninfiltration" der Gewebe für die frei auftretende, nicht in den Follikeln des Darmes enthaltene cytogene Substanz. Zur Unterstützung der Angaben von *His* dienten namentlich die Untersuchungen von *Schmidt*, der (§ 225) auch in der Mund- und Rachenschleimhaut freie cytogene Bindesubstanz nachwies; auch kommt dieses Gewebe, wie *Henle* hervorhob, im Oesophagus und im Magen vor. Ueber die Natur der Fäserchen, welche die Netze des retikulären Bindegewebes in der adenoiden Substanz zusammensetzen, sind die Ansichten noch immer getheilt. Während *Kölliker* (I. Bd. S. 105) dieselbe als einfache netzförmige Bindesubstanz aus anastomosirenden Zellen, wie er namentlich *Henle* gegenüber immer wieder betonte, betrachtet, wendet sich die Mehrzahl der neueren Untersucher der Meinung zu, dass die Netze aus leimgebenden Bündelchen bestehen, welchen kernhaltige Zellen nur oberflächlich anliegen (*Bizzozero*, *Ranvier*, *S. Ramón y Cajal* u. A.). *Gulland* und *Stöhr* betonen namentlich, dass das adenoide Gewebe aus gewöhnlichem Bindegewebe sich entwickle, indem die lymphoiden Zellen die leimgebenden Faserbündel auseinander drängen und in eine netzartige Anordnung bringen. *Mall* hält die Fasernetze des retikulären Gewebes für specifische Bildungen, welche nicht zelliger Natur sind, aber weder mit leimgebenden noch elastischen Fasern übereinstimmen; eine Angabe, die jedoch von *Young* (in Journ. of Phys. Vol. XIII) nicht bestätigt werden konnte, da es ihm gelang aus dem fraglichen Gewebe Leim zu gewinnen. Bezüglich weiterer Einzelheiten über das adenoide Gewebe muss auf das Kapitel Lymphdrüsen verwiesen werden. Ueber den Bau der Darmmucosa bei Wirbelthieren aller Klassen vergl. man *Eberth* (Würzb. Verh. V.). Derselbe fand bald die Zellennetze von *Koelliker*'s netzförmiger Bindesubstanz mit lymphkörperchenartigen Zellen (cytogene Bindesubstanz), bald ohne solche (Frosch), dann auch festeres Bindegewebe (Karpfen) und solches mit cytogenem Gewebe gemengt (Schildkröte).

§ 239.

Schleimhaut des Magens.

Im Magen ist die Schleimhaut weich und locker, während der Verdauung, mit Ausnahme eines kleinen, 2 cm breiten grauen Ringes am *Pylorus*, dem auch ein ähnlicher an der *Cardia* entsprechen kann, lebhaft grauroth bis rosenroth, sonst graulich. An ihrer inneren Oberfläche finden sich bei leerem Magen besonders Längsfalten, die jedoch bei der Füllung sich verstreichen. Ausserdem zeigen sich, namentlich im Pylorustheil um die Mündungen der schlauchförmigen oder Magensaftdrüsen herum, kleine netzförmig verbundene Fältchen oder auch freie Zöttchen (*Plicae villosae Krause*) von 54—100—220 μ, und nicht selten ist auch die Schleimhaut wiederum besonders rechts durch seichte Vertiefungen in leicht erhabene, vieleckige Felder von 1—4,5 mm getheilt, welchen sogenannten *„Etat mamelonné“* der pathologischen Anatomen auch ganz gesunde Mägen darbieten. Am dünnsten, von 0,37—0,56 mm, ist die *Mucosa* mit Einschluss ihrer Muskelhaut an der *Cardia*, in der Mitte verdickt sie sich bis zu 1 mm und im Pylorustheile oft bis zu 1,6—2,2 mm, *v. Kupffer* fand an einem Magen, der sich im Beginne der Verdauung befand, die Cardiaschleimhaut 0,7 mm, die Pylorusschleimhaut 1 mm dick. Obwohl die *Mucosa* überall von Drüsen durchsetzt ist, so ist, wie *R. Heidenhain* hervorhebt, die grössere Dicke der Pylorusschleimhaut doch nicht durch die eigentliche Drüsenschicht, sondern durch die bedeutendere Tiefe der vom Oberflächenepithel ausgekleideten Magengrübchen, in welche die Drüsen münden, bedingt. Das submucose Gewebe ist reichlich und besitzt, wie überall am Darme, auch einzelne Fettzellen.

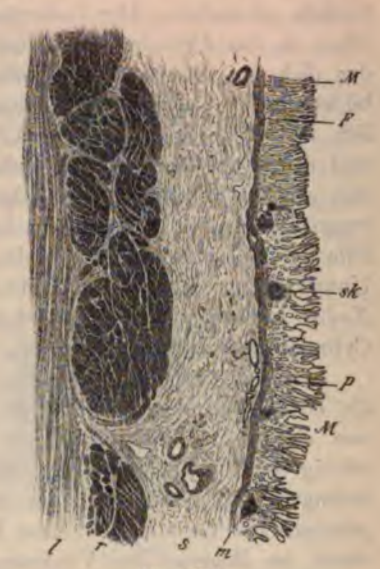


Fig. 954.

Henle fand in Einem Falle die ganze Oberfläche eines regelrecht gebildeten Magens mit Zöttchen von 150—200 μ Länge besetzt. Die Zöttchen der Magenoberfläche sind, wie *A. Rollett* bei Thieren (Rind, Kaninchen) fand, durch das Zusammenfliessen der Drüsenmündungen im Bereiche der Magengruben bedingt. Der *État mamelonné* wird von *Henle* nicht von den solitären Follikeln der Magenschleimhaut abgeleitet, wie *Freund* demselben irrthümlich zuschreibt, wohl aber scheint *Henle* denselben als nur im kontrahirten Magen vorkommend anzunehmen, womit *Koelliker*'s Erfahrungen nicht stimmen. *Koelliker* erklärt denselben aus dem stellenweisen Vorkommen von drüsenärmeren und daher minder dickeren Stellen und *Rollett* stimmt dem bei, indem er im Bereiche der Furchen zwischen den Inselchen, welche den *„État mamelonné“* bedingen, die Drüsen kürzer und manchmal auch spärlicher findet.

Fig. 954. Vertikaler Längsschnitt durch die Grenze von Körper und Pylorus des Magens. Vergr. 7½. *F* Magensaftdrüsen; *M* Magengrübchen; *P* Pylorusdrüsen; *m Muscularis mucosae*; *r* Ring-, *l* Längsfaserschicht der Muskelhaut; *s Submucosa*; *sk* Sekundärknötchen.

§ 240.

Das Oberflächenepithel des Magens.

Während das Epithelium der Mundhöhle und des Schlundes aus mehrfach geschichteten Pflasterzellen zusammengesetzt ist, welchen keinerlei sekretorische Funktion zukommt, besteht dasselbe im Magen aus einer einfachen Lage von Cylinderzellen, welche den die Oberfläche der Magenschleimhaut bedeckenden Schleim absondern. Der Uebergang des geschichteten Pflasterepithels der Speiseröhre in das Cylinderepithel des Magens erfolgt plötzlich unter jähem Abfall der dicken, vielschichtigen Zellenlagen. Die Grenze des Speiseröhrenepithels bildet an der Cardia einen grobzackigen Rand, der für das freie Auge, namentlich an in Chromsalzen und Alkohol erhärteten Präparaten deutlich hervortritt, weil das undurchsichtige, im auffallenden Lichte stark reflektirende Pflasterepithel sich scharf von dem durchsichtigen dünnen Cylinderepithel abhebt. Bei Lupenvergrösserung bemerkt man in der Nähe der Grenze im Bereiche des geschichteten Pflasterepithels da und dort kleine, durchscheinende Flecken, welche bei genauerer Untersuchung sich als von Cylinderepithel bedeckte Inseln herausstellen. Nach *Toldt* kommt auch das Umgekehrte vor, nämlich Inseln von Pflasterepithel im Cylinderepithel der Cardiaregion.

Da die eigentliche Magenschleimhaut zahlreiche Magengruben, in welche die Drüsen münden, enthält, die durch die netzartig angeordneten Magenleisten von einander gesondert sind, so bedeckt das Cylinderepithel eine sehr unregelmässig gestaltete Oberfläche, welche theilweise auch die Formen der Zellen bedingt. Die Zellen sind im Allgemeinen von cylindrischer, beziehungsweise prismatischer Gestalt, bei einer Länge von 20—30 μ etwa 5—6 μ dick. An einem im Beginne der Verdauung befindlichen Magen fand *v. Kupffer* (in Epithel und Drüsen des menschl. Magens. München 1883) an Osmiumpräparaten die durchschnittliche Länge der Zellen auf den Leisten 35—40 μ. Es ist klar, dass die relativ langen Zellen im Bereiche der Konvexität der Leisten eine im Ganzen abgestutzt kegel- oder pyramidenförmige Gestalt mit gegen die Schleimhaut gekehrter Spitze, in der Konkavität der Magengruben dagegen umgekehrt mit gegen die freie Oberfläche gekehrter Spitze zeigen müssen. Der feinere Bau der Zellen zeigt sich, je nach dem Funktionszustande derselben verschieden. Im Allgemeinen kann man an jeder Zelle im frischen Zustande zwei Abtheilungen unterscheiden; eine tiefe, der Schleimhaut aufsitzende, welche den länglichen Kern enthält und aus einer von feinen Körnchen durchsetzten Masse besteht und eine oberflächliche, welche etwas dunkler erscheint und von relativ grösseren Körnchen erfüllt ist und nach *Zimmermann* auch ein Centralkörperchen einschliesst. Das freie Ende der Zelle ist entweder fast gerade abgestutzt oder hervorgewölbt. Die beiden Abtheilungen der Zelle gehen am ganz frischen Objekte ohne scharfe Grenze in einander über. Die Ausdehnung der dunkleren Abtheilung kann bald grösser, bald geringer sein und da die Kerne der Zellen meistens ziemlich nahe an der Grenze beider Abtheilungen ihre Lage haben, erscheinen die Kerne bald über der Mitte, bald nahe dem Fussende der Zelle. Aehnlich wie Schleimzellen, sind die Cylinderzellen der Magenoberfläche sehr empfindliche Gebilde, die durch die meisten Reagentien und sehr bald beim Absterben eingreifende Veränderungen erleiden. Die dunkle, oberflächliche Abtheilung quillt sehr stark

auf, fliesst zum Theil oder ganz aus dem freien Ende hervor. Nun haben die Zellen ein den mit Reagentien behandelten Becherzellen ähnliches Ansehen. Die Zelle zeigt in ihrem oberen Theile eine scharf contourirte Theca, welche gegen den trüb körnigen, den Kern enthaltenden Fusstheil der Zelle sich verliert. Der wie leer erscheinende obere Theil der Zelle grenzt sich gegen den Fusstheil mit einer konkaven Fläche ab und mündet mit einer weiten Oeffnung an der freien Fläche (Fig. 955 *B*). Derartige Bilder sind jedoch wohl niemals im Leben unter normalen Verhältnissen vorhanden und die Vorstellung, dass die Zellen von Zeit zu Zeit platzen und ihren schleimigen Inhalt auf diese Weise entleeren, gründet sich nur auf abgestorbene oder durch Reagentien veränderte Präparate. Die quellbare Substanz der Cylinderzellen des Magens ist, wie bereits *R. Heidenhain* hervorhebt, nicht identisch mit dem Inhalte der Drüsenzellen einer Schleimdrüse, da sie namentlich mit Essigsäure sich nicht trübt, wie dieser, sondern durchsichtig wird. Trotzdem enthält dieselbe Schleim, da sie mit den specifischen Schleimfärbemitteln (Mucikarmin etc.) sich färben lässt; freilich nicht so intensiv,

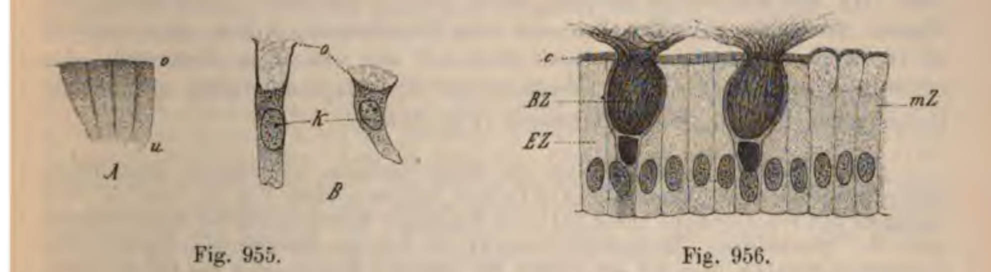


Fig. 955. Fig. 956.

wie die Zellen der Schleimdrüsen oder Becherzellen. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse über die Sekretionsvorgänge halte *ich* folgende Vorstellung für die am meisten berechtigte. Wie in den Schleimzellen bildet sich aus dem Protoplasma eine Vorstufe des Sekretes in Form einer körnigen Masse, die, je weiter gegen die freie Fläche, um so näher der Bildung des fertigen Sekretes ist. Die Absonderung selbst erfolgt wohl auch hier durch Umwandlung der körnigen Masse in flüssiges Sekret, welche jedoch allmählich unter gleichzeitigem Wiederersatz des Verbrauches erfolgt, ohne plötzliche totale Entleerung der Zellen. Die verschiedenen durch Reagentien erzeugten Bilder, namentlich die grössere oder geringere Ausdehnung des anscheinend entleerten oder mit einer hyalinen, pfropfartigen Masse erfüllten Zellantheiles hängt von der Menge und dem Maasse der Reife der Sekretstoffe ab.

Fig. 955. Magenepithel. Vergr. 530. *A* Gruppe von Magenepithelzellen frisch. Vom Hunde. *o* Oberflächliches Ende etwas dunkler körnig; *u* unteres basales Ende etwas lichter. *B* Zwei isolirte Magenepithelzellen vom Menschen nach Behandlung mit *Müller*'s Flüssigkeit. *K* Kern; *o* oberes Ende anscheinend offen in eine Schleimmasse umgewandelt.

Fig. 956. Heterotopisches Darmepithel von der Cardia des Hingerichteten. *Müller*'s Flüssigkeit. Vergr. 560. *BZ* Becherzellen; *EZ* Epithelzellen mit Cuticularsaum *c*; *mZ* ebensolche mit Vakuolenbildung an der Oberfläche (nach *J. Schaffer*).

Im Bereiche der freien Oberfläche sind die Epithelzellen durch zusammenhängende Schlussleisten unter einander verbunden, deren Durchschnitte als Punkte zwischen den oberflächlichen Enden der Zellen erscheinen. Wie die Cylinderzellen der Magenoberfläche sind auch jene in den Magengrübchen beschaffen; doch ist zu bemerken, dass die Zellen gegen die Mündungen der Magendrüsen auffallend an Höhe abnehmen und niemals die exquisiten Becherformen mit Reagentien annehmen, wie die Zellen der Magenleisten, da sie nur wenig Schleim absondern. Es erklärt sich dies theilweise durch die von *Bizzozero* festgestellte Thatsache, dass die Regeneration des durchaus einschichtigen Cylinderepithels des Magens ganz vorzüglich, wenn auch nicht ausschliesslich, von der Tiefe der Magengruben erfolgt, deren Zellen daher wohl dem embryonalen Zustande näher stehen, als jene auf den Leisten.

Die Zellen der Magenoberfläche haben im Gegensatze zu jenen des Darmes in der Regel an ihrer freien Fläche keine cuticulare Differenzirung; ausnahmsweise kommt es aber in der Cardia- und Pylorusregion vor, dass einzelne Gruben mit einem Epithelium, wie es für den Dünndarm charakteristisch ist, ausgekleidet sind. An solchen Stellen kommen auch wahre, von den Cylinderzellen des Magens verschiedene Becherzellen mit allen Charakteren, welche diese Gebilde im Dünndarme aufweisen, vor und lässt sich der wesentliche Unterschied der zwischen den typischen Cylinderepithelzellen der Magenoberfläche und diesen Bechzerzellen besteht, deutlich erkennen (Fig. 956).

Die Auffassung der Epithelzellen der Magenoberfläche als Schleim secernirende Elemente wurde zuerst durch *Todd-Bowman* (Physiol. anat. Vol. II, 1847, p. 192) begründet und von *Donders* und *Koelliker* bestätigt; doch betrachteten diese Forscher auch die Pylorusdrüsen (Magenschleimdrüsen) als Schleim absondernde Organe. Die Behauptung *Henle*'s, dass auf den Firsten der schmalen Magenleisten das Epithel fehle, wies *Koelliker* (Gewebel. 5. Aufl. S. 403) mit Bestimmtheit zurück. *Fr. Eilh. Schulze* betonte die nahe Verwandtschaft, welche das Epithel der Magenschleimhaut mit den von ihm in zahlreichen anderen Epithelien beschriebenen Becherzellen zeigt. *R. Heidenhain* und *Ebstein* unterschieden zwischen einem offenen und geschlossenen Zustande der Cylinderzellen und verstanden unter ersterem die Zellen, welche durch ihr freies Ende ihren schleimigen Inhalt entleert haben. Ein derartiger Zustand besteht jedoch, wie *A. Rollett* zuerst hervorhob, an der lebenden Zelle nie, sondern ist stets Folge einer postmortalen Veränderung, da man bei vorsichtiger Untersuchung der Magenschleimhaut eines eben getödteten Thieres stets an der Innenseite scharf begrenzte, niemals entleerte Becher darstellende Zellen beobachtet. Zu demselben Resultate kam auch *A. Schmidt* (in *Virchow*'s Arch. 14. Bd. 1896) bezüglich des menschlichen Magenepitheles. Die Vorstellung einer Entleerung des Schleimes in Form von voluminösen Pfröpfen oder gar eines Platzens der Zellen, wie *Stöhr* (Würzb. Verh. N. F. Bd. XV und Histol. 7 Aufl. S. 50) annimmt, kann daher nicht festgehalten werden. Eine eigenthümliche Ansicht, der auch *Oppel* im Wesentlichen beistimmt, vertritt *Biedermann* (Sitzb. d. Wiener Akad. Bd. LXXI), indem er im freien Theile der Zellen ein besonderes Organ, den von ihm sogenannten „Pfropf“ mit streifiger Struktur annimmt und die Ansicht bekämpft, dass dieser Pfropf schleimig umgewandelter Zellinhalt sei. *Oppel* bezeichnet den Pfropf *Biedermann's* als Oberende der Zelle. Wie ich an der frischen, ohne Zusatz untersuchten, verdauenden Magenschleimhaut des Salamanders finde, sind die Körnchen im Oberende der Zelle in Längsreihen geordnet und ertheilen dadurch diesem Oberende in der That ein streifiges Ansehen. Doch kann ich eine scharfe Sonderung des Oberendes der Zelle von dem basalen Theile am frischen Objekte nicht erkennen. Zu vielfachen Erörterungen hat die Frage, ob das freie Ende der Cylinderzellen von einer Membran begrenzt ist oder nicht, Anlass gegeben. Sicher ist, dass dieses freie Ende an Präparaten, welche mit, die Bechermetamorphose hervorrufenden

Reagentien (Physiologische Kochsalzlösung, *Müller*'s Flüssigkeit, Drittelalkohol etc.) behandelt sind, sich anders verhält, als die Seitenwände im oberen Theile der Zellen. Während die letzteren eine deutliche, doppelt contourirte Theca, welche dem verdichteten Ektoplasma der Zelle entspricht, erkennen lassen, erscheint das freie Ende nur durch den gequollenen oft weit vortretenden Zellinhalt begrenzt oder falls diese schleimige Masse ganz ausgetreten ist, als eine Oeffnung. An frischen Präparaten findet man jedoch am freien Zellenende einen scharfen einfachen Contour, der den körnigen Inhalt abschliesst, aber nicht als eine Membran gedeutet werden kann. Die Verbindung der Epithelzellen unter einander ist in neuerer Zeit Gegenstand besonderer Untersuchungen gewesen und *Ogneff* (Biol. Centralbl. 1892), *Th. Cohn* (Ueber Intercellularbrücken und Kittsubstanz, Wiesbaden 1895) und *E. W. Carlier* (La Cellule T. XI) behaupten, dass die Cylinderzellen des Magens ebenso durch Intercellularbrücken, welche eine flüssige Zwischensubstanz durchsetzen, zusammenhängen, wie die Pflasterepithelzellen. Ich habe mich von der Existenz der Intercellularbrücken bisher nicht überzeugen können und glaube, dass Schrumpfungen (es handelt sich um dünnste Paraffinschnitte) und andere Täuschungen hier ins Spiel kommen. Die zum Theile sonderbaren Abbildungen *E. W. Carlier*'s (l. c. Fig. 1 u. 4), welchen zufolge die untere Hälfte der Magenepithelzellen durch Intercellularbrücken verbunden wären, die 2–3 mal so lang, als die Querdurchmesser der Zellen sind, beruhen sicher auf Täuschung, und es liegt der Verdacht nahe, dass *Carlier* die Querschnitte der Zellkörper und der Intercellularsubstanz in den unterhalb der Kernregion gelegenen Schnitten verwechselt hat. Dass die Zellen, abgesehen von den Schlussleisten, durch eine weiche Substanz unter einander zusammenhängen, muss aus dem Umstande geschlossen werden, dass zwischen den Epithelzellen Leukocyten in wechselnder Zahl vorkommen. Diese Leukocyten, soweit sie zwischen den tieferen, der Mucosa unmittelbar aufsitzenden Theilen der Zellen sich finden, haben zu der Zeit, als die mitotische Zellvermehrung nicht bekannt war, zu der Annahme Anlass gegeben, dass es sich um „Ersatzzellen handle (*F. E. Schulze*, *Ebstein*). Das Cylinderepithel des Magens ist jedoch wie jenes des Darmes durchaus ein einfaches, einreihiges Epithel und es finden sich, obwohl dies mit Rücksicht auf die Regeneration des Epithels ein theoretisches Postulat zu sein schien, keine kleinen, zwischen die Füsse der Cylinderzellen eingeschalteten Ersatzzellen.

Durch die Untersuchungen *Bizzozero*'s beim Hunde (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 42) wurde festgestellt, dass die Cylinderzellen des Magens, wie jene des Darmes, sich durch Längstheilung auf mitotischem Wege vermehren, dass jedoch Mitosen nicht oder wenigstens selten auf der Höhe der Magenleisten, dagegen zahlreich im Bereiche der Magengruben gefunden werden. Daraus ergiebt sich, dass bei der Regeneration im Allgemeinen von den Magengruben her die Epithelzellen allmählich emporrücken und mit ihren Fussenden nicht unverrückbar auf der Grenzmembran der Schleimhaut aufsitzen, sondern in dem Maasse, als auf der Höhe der Leisten Zellen verloren gehen, aus den Magengruben nach der Oberfläche der Leisten geschoben werden.

Ueber die chemische Beschaffenheit des Magenschleimes beim Menschen haben wir keine genaueren Kenntnisse. Dagegen hat *Cremer* (Unters. über d. chem. Natur des Schleimkörpers der Magenschleimhaut, Bonn 1895, Diss.) im Magenschleime des Schweines einen phosphorfreien, den echten Mucinen in seinen Eigenschaften nahe stehenden Körper nachgewiesen. Mittelst der Färbemethoden erhält man an ganz frisch fixirten Schleimhäuten in den Cylinderzellen deutliche Schleimfärbung; doch nicht so intensiv, wie in Schleimdrüsen und Becherzellen. Bei nicht ganz frisch fixirten Präparaten versagen die Schleimfärbungen gewöhnlich vollständig (*Schaffer*). Während die menschliche Magenschleimhaut, abgesehen von dem beschränkten Vorkommen typischer Epithelzellen des Dünndarmes sammt Becherzellen im Bereiche der Cardia und des Pylorus, überall das charakteristische Cylinderepithel zeigt, finden sich bei den Säugethieren die mannigfaltigsten Verhältnisse. Zwar ist auch hier in der Regel ein, dem beim Menschen vorkommenden, ähnliches cylindrisches Magenepithel vorhanden; doch reicht bei vielen Thieren das geschichtete Pflasterepithel mehr weniger weit in die eigentliche Magenregion. Bei den Monotremen (Echidna, Ornithorynchus) ist der ganze Magen mit geschichtetem Pflasterepithele ausgekleidet, das bei Echidna eine deutliche Hornschicht besitzt, und entbehrt der Drüsen. Auch bei den känguruhartigen Beutel-

thieren (Halmaturiden) und beim Faulthiere (Bradypus) ist ein grosser Theil des Magens mit verhorntem Epithele bedeckt. Bei den Wiederkäuern haben alle dem Labmagen vorausgehenden Magenabtheilungen geschichtetes, verhorntes Epithel. Beim Pferde und bei den mäuseartigen Nagethieren (Ratte, Hausmaus etc.) besitzt der drüsenfreie Cardiatheil, ein anscheinend dem Fundus des Menschenmagens vergleichbarer Abschnitt, ein geschichtetes Pflasterepithel.

Gänzlich verschieden von dem verhornten Pflasterepithele, wie es sich im Magen vieler Säugethiere findet, ist die sog. Hornschicht im Muskelmagen der Vögel. Sie ist kein zelliges Gewebe, sondern eine Cuticularbildung von fädiger Struktur, welche, wie *Molin* zuerst erkannte, von den Drüsen des Muskelmagens ausgeschieden wird. Auch das chemische Verhalten dieser fälschlich sogenannten Hornschicht ist ein eigenthümliches und wie *Curschmann* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVI) fand, jenem des Chitins sehr ähnlich. Das Epithel im Drüsenmagen der Vögel, sowie im Magen der Reptilien und Amphibien und der Mehrzahl der Fische — soweit denselben nicht ein eigentlicher, histologisch als solcher charakterisirter Magen fehlt, wie den Cyprinoiden — hat im Allgemeinen grosse Aehnlichkeit mit dem cylindrischen Magenepithele der Säugethiere. Bei den Embryonen der Selachier enthält der Magen, wie *Leydig* (in Beitr. zur mikr. Anat. etc der Rochen und Haie, 1852) fand, Flimmerepithel; ebenso bei den Larven der Frösche und Kröten, nicht aber bei den ausgewachsenen Thieren. Dagegen findet sich nach *Hopkins* bei den Ganoiden Flimmerepithel, nebst echten Becherzellen auch im Magen der ausgewachsenen Thiere. Bezüglich weiterer vergleichend-histologischer Einzelheiten verweise ich auf das unten citirte grosse Werk von *Oppel*.

§ 241.

Die Drüsen des Magens.

Die schlauchförmigen Drüsen des Magens sind nicht überall von demselben Baue. Die verbreitetste Art der Drüsen, welche im Körper des Magens an dessen vorderer und hinterer Wand und längs der Kurvaturen, sowie im Fundus sich findet, sind die Magensaftdrüsen; Drüsen anderer Art finden sich im Pförtner, die Pylorusdrüsen, ferner in einer schmalen Zone an der Cardia, die Cardiadrüsen.

1. Die Magensaftdrüsen (*Koelliker*), Fundusdrüsen der neueren Autoren, Labdrüsen, eigentliche Magendrüsen (*Glandulae gastricae propriae*) erstrecken sich, eine dicht neben der anderen, so ziemlich gerade oder etwas gewunden, durch die ganze Schleimhaut bis nahe an die Muskellage derselben und sind 0,3 bis 1,5 μ lang, wobei ein Viertel bis etwa ein Drittel der Länge auf die Magengruben kommt, welche man als Ausführungsgänge betrachten kann. Die Drüsen beginnen immer zu mehreren im Grunde der vom Oberflächenepithel ausgekleideten 60—120 μ weiten Magengruben, Vorräume oder Drüsenausgänge (*Heidenhain*) (Fig. 957 *Mg*), welche letztere selbst manchmal, bevor sie die Drüsenschläuche aufnehmen, sich theilen. Die eigentlichen Drüsenschläuche zeigen einen Querdurchmesser von 30—50 μ, sind gegen das blinde Ende gewöhnlich etwas dicker und stärker gewunden und nicht selten auch getheilt. Beim Pferde kommen nach *Zimmermann* (l. c.) auch netzförmige Verbindungen von Drüsenschläuchen vor.

Wie *Koelliker* zuerst vom Hunde abbildete (Fig. 958), *R. Heidenhain* und *A. Rollett* durch eingehende Untersuchungen nachwiesen, finden sich in den Schläuchen der Magensaftdrüsen zweierlei Zellen, die sich in Anordnung und feinerem Bau wesentlich von einander unterscheiden. Die einen, die Hauptzellen *R. Heidenhain's* oder adelomorphen Zellen *A. Rollett's* ent-

sprechen in Form und Anordnung gewöhnlichen Drüsenzellen, indem sie von fast prismatischer oder stumpf kegelförmiger Gestalt den Drüsenschlauch auskleiden und nur im Bereiche des Drüsenhalses, worunter *R. Heidenhain* das Einmündungsstück der Drüse in die Magengrube versteht, theilweise durch die zweite Zellenform verdrängt sind und endlich durch Zwischenformen in die Cylinderzellen der Magenoberfläche übergehen. Die Hauptzellen umschliessen eine deutliche im Querschnitte kreisrunde, ziemlich enge, 2—7 μ messende Lichtung und zeigen eine bei Thieren je nach dem Funktionszustande wechselnde Grösse. Beim Hunde sind sie nach *R. Heidenhain* gross im Hungerzustande und im Beginne der Verdauungsperiode; am kleinsten nach längerer Dauer der Verdauung, namentlich nach Reizung durch unverdauliche Substanzen (Schwammfütterung). Am frischen Objekte fallen die Hauptzellen durch die zahlreichen, stark lichtbrechenden Körnchen auf, welche die Zellen ziemlich dunkel und undurchsichtig machen und weder die Grenzen der Zellen, noch die Kerne deutlich wahrnehmen lassen, weshalb *Rollett* sie als adelomorphe Zellen bezeichnete. Die Körnchen sind offenbar wie die Körnchen anderer Drüsenzellen von wesentlicher Bedeutung und werden, wie namentlich *Langley* nachwies, während der Sekretion theilweise verbraucht. Da ferner *Langley* (in Journ. of Physiol. Vol. III, p. 269) bei Säugethieren (Kaninchen, Meerschweinchen, Maulwurf) feststellen konnte, dass man aus Stücken der Magenschleimhaut um so pepsin-

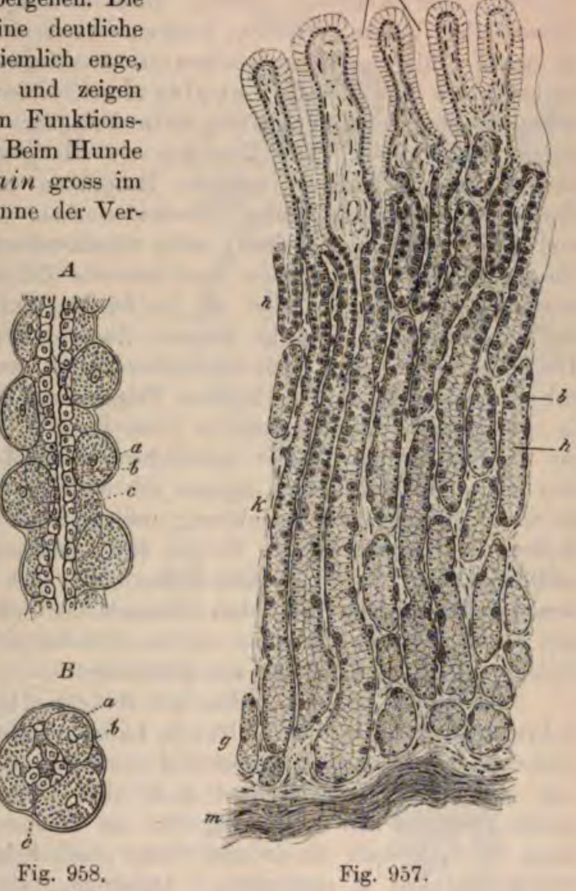


Fig. 958. Fig. 957.

Fig. 957. Vertikalschnitt durch die Fundusschleimhaut des Magens. Vergr. 85. *Mg* Magengrübchen; *h* Hals, *k* Körper, *g* Grund der Drüsen; *m Muscularis mucosae*; *b* Belegzellen; *h* Hauptzellen.

Fig. 958. *A* Stück eines Endschlauches, 350mal vergr. in der Längsansicht. *B* Ebendasselbe im Querschnitt. *a Membrana propria*; *b* Grosse Zellen dicht an derselben *c* Kleines Epithel um das Lumen herum. (Aus Mikrosk. Anat. II, 2. S. 141.)

reichere Infuse bekommt, je reicher die Hauptzellen an Körnchen sind, so erscheint nicht nur die Annahme *Heidenhain's*, dass die Hauptzellen Pepsin absondern, sondern auch der Schluss gerechtfertigt, dass aus den Körnchen der Hauptzellen Pepsin hervorgeht. *Langley* konnte ferner an den Hauptzellen, ähnlich wie an den Zellen der Parotis, während der Sekretion eine körnige Innenzone und eine mehr homogene Aussenzone beobachten, welche letztere durch allmählichen Verbrauch der Körnchen auftritt. Doch sind die Körnchen, wie in anderen Drüsenzellen, welche specifische Fermente absondern, nicht als fertiges Ferment, in diesem Falle als Pepsin, sondern als eine Vorstufe desselben, als Pepsinogen zu betrachten und kommt *Langley* durch seine Versuche zu ganz analogen Schlussfolgerungen, wie *Heidenhain* bezüglich der Körnchen der Pankreaszellen (siehe diese). Die Körnchen der Hauptzellen sind sehr empfindliche Gebilde, welche durch die meisten Reagentien zerstört werden, doch konnte *Langley* bei einigen Thieren (Meerschweinchen, Schaf, nicht aber beim Hunde und bei der Katze) dieselben durch Osmiumsäure fixiren. An mit anderen Reagentien fixirten Präparaten erscheinen die Zellen im Allgemeinen wegen Zerstörung der Körnchen, heller als im frischen Zustande und durchsichtiger als die Belegzellen, während im frischen Zustande das Umgekehrte der Fall ist. Die Zellen zeigen dann auch bei starker Vergrösserung einen wabigen Bau, ähnlich wie Schleimzellen an erhärteten Präparaten. Doch nehmen die Hauptzellen in specifischen Schleimfärbemitteln keine Spur von Farbe auf; färben sich aber mit Fuchsin und in Wasser unlöslichem Anilinblau (*Rollett*). Sie enthalten also keinen Schleim, theilen dagegen mit den Schleimzellen die Eigenschaft, dass sie weder in neutraler Karminlösung, noch in Eosin und ähnlich wirkenden Farbstoffen merklich sich färben. Es gilt dies indessen nur für die mit Sekretstoffen erfüllten Zellen; die sekretleeren Zellen lassen sich mit diesen Farbstoffen mehr weniger färben. Die nahe dem Fussende der Zelle gelegenen Kerne sind von fast kugeliger Form, erscheinen aber an den durch längere Reizung verkleinerten Zellen an Alkoholpräparaten wie geschrumpft.

Die zweite Art von Zellen, die Belegzellen *R. Heidenhain's* oder delomorphen Zellen *A. Rollett's*, Labzellen, Pepsinzellen der älteren Autoren erscheinen am frischen Präparate viel deutlicher, als die Hauptzellen und lassen sich aus der Magenschleimhaut noch viele Stunden nach dem Tode leicht isoliren, während man gleichzeitig von den Hauptzellen nur mehr undeutliche Reste erhält, weshalb die ersteren früher allein bekannt waren. Die Belegzellen finden sich nicht in regelmässiger Anordnung, wie die Hauptzellen, sind vielmehr in Zwischenräumen da und dort an der Aussenseite der Hauptzellen gelagert und im Bereiche des Drüsenkörpers anscheinend ohne Berührung mit der Drüsenlichtung. Am Drüsengrunde sind sie spärlich oder fehlen dort auch vollständig, nehmen im Drüsenkörper an Zahl zu und werden am häufigsten im Bereiche des Drüsenhalses, wo sie in gleiche Reihe mit den Hauptzellen rücken (Fig. 959 *k* u. *h*) und stellenweise zahlreicher als die letzteren an der Begrenzung der Schlauchlichtung theilnehmen (Fig. 959). Es ist dies insbesondere im tieferen Theile des Halses der Fall, welchen *Rollett* als äusseres Schaltstück bezeichnet. An der Mündung des Drüsenhalses, dem inneren Schaltstücke *Rollett's*, dem schmalsten Theile des Schlauches werden zwischen den dort befindlichen eigenthümlichen kleinen Zellen, welche den Übergang der Hauptzellen in die Magen-

epithelzellen darstellen, die Belegzellen wieder spärlicher, finden sich aber vereinzelt, bis in die Magengruben hinein unter den Cylinderzellen. Die Form der Belegzellen ist im Bereiche des eigentlichen Drüsenkörpers eine rundlich abgeplattete oder länglich ellipsoidische, wobei die Zellen häufig die *Membrana propria* vorwölben und dadurch an den Drüsenschläuchen sehr bezeichnende rundliche Ausbuchtungen oder Hervorragungen bewirken. Sehr ausgesprochene Nischen, in welchen die Belegzellen eingeschlossen nach aussen von den Hauptzellen liegen, findet man wie *Heidenhain* hervorhebt, beim Schweine. Die Zellen haben beim Menschen einen grössten Durchmesser von 13—22 μ, im frischen Zustande ein matt glänzendes, fein körniges Ansehen und erscheinen viel heller als die Hauptzellen. Die fast kugeligen Kerne sind, wie schon *Henle* bemerkte und *Trinkler* besonders betont, häufig doppelt oder auch mehrfach. Die Belegzellen sind bei Thieren, wie *Heidenhain* und *Rollett* übereinstimmend feststellten, im Hungerzustande am kleinsten und oft so gestaltet, dass sie die *Membrana propria* nicht hervorwölben sondern, wie flache Dreiecke, deren stumpfe Spitze zwischen die Hauptzellen reicht, an der ersteren anliegen.

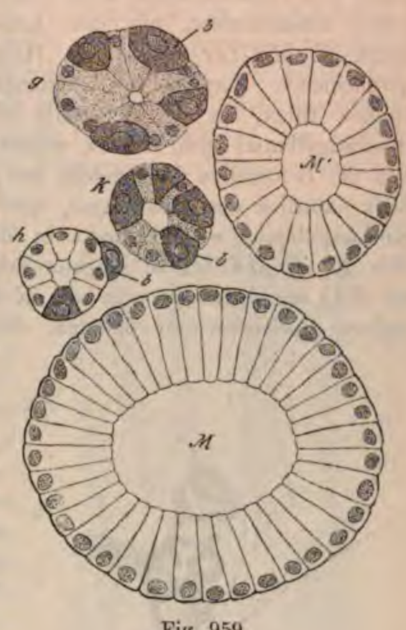


Fig. 959.

Die Belegzellen werden durch Alkalien und verdünnte Säuren aufgehellt, durch konzentrirte Mineralsäuren stark getrübt (*Heidenhain*), durch Osmiumsäure stark gebräunt. An fixirten Präparaten erscheinen sie im Gegensatze zum frischen Präparate dunkler und undurchsichtiger als die Hauptzellen; sie färben sich stark in neutralem Karmin, Eosin, Kongo etc., sowie in Anilinblau und Anilinschwarz. An den Belegzellen des Drüsenhalses des Kaninchen fand *Tornier* (in Arch. f. mikrosk. Anat. XXVII) einen „Bürstenbesatz" ähnlich wie ihn *R. Heidenhain* an der Innenfläche der Drüsenzellen

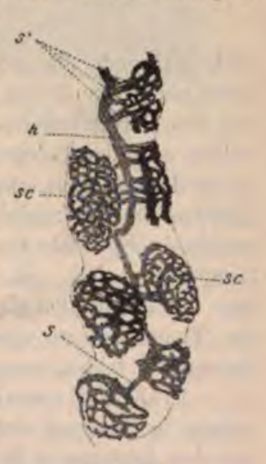


Fig. 960.

Fig. 959. Querschnitte der Magensaftdrüsen in verschiedenen Höhen vom Hingerichteten *Holleber*. Osmiumpräp. Vergr. 400. *M* Magengrübchen nahe der Oberfläche; *M'* etwas tiefer nach der Theilung; *h* Mündung des Drüsenhalses (inneres Schaltstück); *K* Drüsenhals (äusseres Schaltstück); *g* Körper der Drüse gegen den Grund; *b* Belegzellen.

Fig. 960. Magensaftdrüse vom Meerschweinchen im Längsschnitte. *Golgi*-Imprägnation. Vergr. 530. *h* Hauptgang; *s* und *s'* Sekretgänge; *sc* Korbkapillaren der Belegzellen.

des Magens vom Axolotl zuerst beobachtete. Doch sollen diese Bürstenbesätze in hungernden Mägen fehlen. Wie *Stöhr* fand, stehen die Belegzellen des Drüsenkörpers durch einen hellen Fortsatz, der zwischen den Hauptzellen hindurchzieht, mit dem Lumen des Drüsenschlauches in Verbindung; durch *E. Müller* wurde mit Hilfe der *Golgi*-Methode gezeigt, dass dieser anscheinende Fortsatz ein Sekretgang ist, welcher von der Belegzelle ins Lumen führt, an der Belegzelle selbst aber in ein Netz von Sekretröhrchen (Korbkapillaren) sich auflöst, welches die Zelle korbartig umfasst (Fig. 960). Wo die Belegzellen im Bereiche des Drüsenhalses direkt an die Lichtung grenzen, fehlt natürlich der gemeinsame, quer laufende Sekretgang, wohl aber sind die Korbkapillaren, welche direkt in das Lumen der Drüse münden, vorhanden. Wie *Erik Müller* in jüngster Zeit feststellte (in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 64. Bd.) unterscheiden sich die Korbkapillaren von den Sekretkapillaren der serösen Speicheldrüsen dadurch, dass sie wandungslose intracelluläre Räume

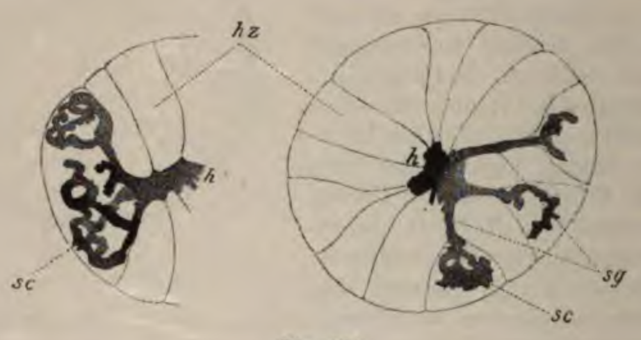


Fig. 961.

sind, während die echten Sekretkapillaren intercellulär verlaufen und vom Ektoplasma der Zellen begrenzt sind. Auch *Zimmermann* überzeugte sich von dem intracellularen Verlauf der Korbkapillaren. Durch die Korbkapillaren, welche nur den Belegzellen zukommen, dagegen den Hauptzellen fehlen, sind die beiderlei Zellen, abgesehen von den anderen Charakteren sehr scharf unterschieden und ist zugleich der Beweis geliefert, dass die Belegzellen wirklich absondernde Elemente und nicht etwa Entwicklungs- oder Rückbildungsstadien von Hauptzellen sind. *R. Heidenhain* hat wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die Belegzellen die Säure des Magensaftes absondern, wofür insbesondere die Thatsache zu sprechen scheint, dass die Pylorusdrüsen, in welchen die Belegzellen fehlen, zwar Pepsin aber keine Säure absondern.

2. Die Pylorusdrüsen, Magenschleimdrüsen *Koelliker's*. Die Pylorusdrüsen, im Ganzen einfacher gebaut, als die Magensaftdrüsen unterscheiden sich von den letzteren in ihrer Form durch die zahlreichen Windungen und Theilungen der Schläuche, ferner dadurch, dass, wie schon *Donders* hervorhob, die als

Fig 961. Zwei Querschnitte durch den Körper von Magensaftdrüsen vom Hingerichteten. *Golgi*-Imprägnation. Vergr. 530. *h* Hauptgang; *hz* Hauptzellen; *sc* Korbkapillaren der Belegzellen; *sg* Sekretgänge.

Ausführungsgänge zu betrachtenden Magengruben viel tiefer sind, als im Bereiche der Magensaftdrüsen, die Hälfte der Dicke der Schleimhaut und darüber in Anspruch nehmen und häufiger sich theilen (Fig. 962). Wegen der zahlreichen Windungen der Drüsenschläuche wurden die Pylorusdrüsen in älterer Zeit, so von *Bruch, Donders, Frey* und *Cobelli* und *W. Krause* namentlich auf der Höhe der Schleimhautfalten, wo die einzelnen Drüsen durch reichlicheres Zwischengewebe gesondert sind, zum Theil als traubenförmige Drüsen beschrieben. Die Drüsenschläuche, annähernd von demselben Querdurchmesser, wie jene der Magensaftdrüsen, doch von weiterer 6—12 μ betragender Lichtung, enthalten in der Regel nur einerlei Art von Zellen, welche mit den Hauptzellen der Magensaftdrüsen einige Aehnlichkeit haben, jedoch mit denselben nicht vollständig übereinstimmen. Wegen der weiteren Lichtung des Schlauches erscheinen die Zellen der Pylorusdrüsen im Allgemeinen niedriger und mehr stumpf kegelförmig, ausserdem weniger grob granulirt (*Langley* und *Sewall*, *Sertoli* und *Negrini*, *R. Heidenhain*, *Toldt*) und von gelblichen Pigmentkörnchen durchsetzt (*Toldt*). Mit den Hauptzellen der Magensaftdrüsen stimmen sie darin überein, dass sie keinen Schleim enthalten. Im Ganzen sind die Pylorusdrüsenzellen etwas widerstandsfähiger, als die Hauptzellen der Magensaftdrüsen und bewahren in Härtungsflüssigkeiten, namentlich in *Müller's* Flüssigkeit ihre Form besser als die letzteren. *Nussbaum* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI) hat im Halse der Pylorusdrüsen des Hundes eigenthümliche in Osmiumsäure sich stark bräunende, von ihm als Pepsinzellen erklärte Gebilde gefunden, deren Natur zweifelhaft ist, die jedoch nach den Untersuchungen *Grützner's* und *Menzel's* jedenfalls keine Belegzellen, vielleicht in Verfettung begriffene Drüsenzellen sind. Ebenfalls beim Hunde — nach Schwammfütterung — fand *Stöhr* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XX) zwischen den typischen Drüsenzellen, schmale, dunkle Zellen, welche derselbe anfänglich für *Nussbaum*'sche Zellen ansah, nun aber (in Histologie, 7. Aufl. S. 196, Anmerkung), wie *Hamburger* (in Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. XXXIV), als durch Kompression von Seite der Nachbarzellen veränderte Drüsenzellen, betrachtet. Wirkliche Belegzellen sind in den eigentlichen Pylorusdrüsen nicht nachgewiesen. Die Region der Magensaftdrüsen ist mit jener der Pylorusdrüsen durch eine Uebergangszone (intermediäre Zone) verbunden. Dieselbe ist dadurch charakterisirt, dass zwischen den

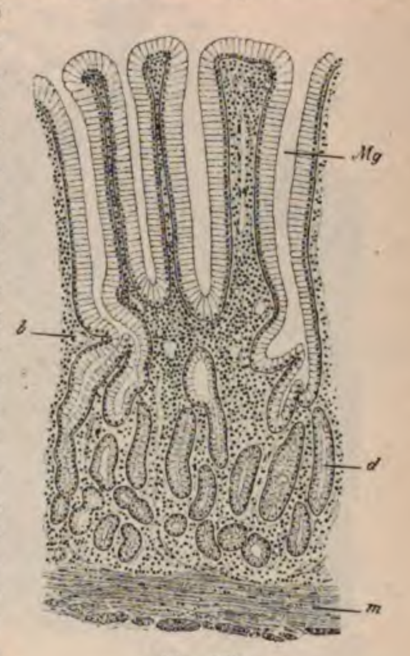


Fig. 962.

Fig. 962. Vertikalschnitt durch die Pylorusschleimhaut des Magens. Pikrinsublim. Vergr. 85. *Mg* Magengrübchen; *b* Blutgefässe in der Schleimhaut; *d* Drüsenschläuche; *m* *Muscularis mucosae.*

Pylorusdrüsen noch einzelne Magensaftdrüsen sich finden, welche bald spärliche bald sehr zahlreiche Belegzellen aufweisen. Doch besitzt diese Zone nur eine geringe Breite. Während — abgesehen von dem Uebergreifen einzelner Magensaftdrüsen in das Gebiet der Pylorusdrüsen die Grenze zwischen den beiderlei Drüsen eine ziemlich scharfe ist, gehen die Pylorusdrüsen ganz allmählich in die *Brunner*'schen Drüsen des Dünndarms über, indem sie kontinuirlich über den *Sphincter pylori* an jene *Brunner*'schen Drüsen sich anschliessen, welche in der eigentlichen Mucosa ihre Lage haben und die sich ihrerseits histologisch nicht von jenen Drüsenschläuchen unterscheiden, welche vom Beginne des Zwölffingerdarmes in der Submucosa grössere Drüsenläppchen zusammensetzen (Figur 963). Schiefferdecker (in Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. in Göttingen Nr. 7, 1884) fasst daher die Pylorusdrüsen mitsammt den *Brunner*'schen Drüsen als Drüsen der Pyloruszone zusammen. Wenn auch die völlige Uebereinstimmung der Pylorus- und *Brunner*'schen Drüsen nicht mit Sicherheit erwiesen ist, so sind bisher auch keine wesentlichen Unterschiede aufgefunden worden. Nach Schiefferdecker färben sich die Zellen der Pylorus- und *Brunner*schen Drüsen bei Mensch und Schwein mit Dahlia und Methylviolett im Gegensatze zu den Hauptzellen der Magensaftdrüsen, welche diese Reaktion nicht zeigen. Durch die *Golgi*-Imprägnation erhält man in den Gangsystemen der Pylorus-



Fig. 963.

Fig. 963. Längsschnitt durch den Uebergang des Pylorus in das Duodenum. Vergr. 5. *B* *Brunner*'sche Drüsen des Duodenums in der *Submucosa*; *B'* Drüsen der Pylorusschleimhaut; *Lm Lm'* Längsmuskelschichte; *Rm Rm'* Ringmuskelschichte; *Sp* *Sphincter pylori* mit den einstrahlenden Längsmuskeln; *f* Solitäre Follikel; *g* Gefässe der Serosa; *l* Krypten des Duodenums; *l'* Zerstreute *Lieberkühn*'sche Krypten des Pylorus; *m m'* *Muscularis mucosae*; *p* Magengruben; *s s'* Schleimhaut; *sm* *Submucosa* des Pylorus mit Gefässen *sm'* des Duodenums mit *Brunner*'schen Drüsen; *z* Zotten.

und *Brunner*'schen Drüsen nebst Schwarzfärbung der Lichtung auch Sekretkapillaren imprägnirt, welche zwischen die Zellen eindringen (Fig. 978), wie *E. Müller* (in Arch. f. miskrosk. Anat. XLV) nachwies; dagegen fehlen den Drüsen der Pyloruszone die korbartig angeordneten Sekretröhrchen, welche für die Belegzellen charakteristisch sind. Die Magensaftdrüsen haben ferner, abgesehen von den queren Sekretgängen, welche zu den Korbkapillaren der Belegzellen führen, in der Regel keine zwischen die Hauptzellen eindringenden Sekretkapillaren. Es ist ferner nachgewiesen, dass sowohl die Pylorusdrüsen (*Klemensiewicz*, *Heidenhain*) als die *Brunner*'schen Drüsen (*Krolow*, *Grützner*) Pepsin in alkalischer Lösung absondern. Alle diese Thatsachen sprechen für die nahe Verwandtschaft der letztgenannten Drüsen; anderseits aber auch für die wesentliche Verschiedenheit der Magensaft- und Pylorusdrüsen. Die Ausdehnung des mit Pylorusdrüsen bedeckten Magenabschnittes ist individuell sehr verschieden; so fand *v. Kupffer* in einem Falle dieselben bis in einer Entfernung von 6—10 cm vom *Sphincter pylori*, in einem anderen Falle noch in einer Entfernung von 14 cm. Ausser den Pylorusdrüsen, welche in typische Magengruben münden, finden sich in der Nähe des Sphincters bis in eine Entfernung von 1—2 cm zwischen den Magengruben auch typische *Lieberkühn*'sche Drüsen (Fig. 963 *l'*), welche zerstreut da und dort in grösseren oder kleineren Gruppen die Schleimhaut durchsetzen.



Fig. 964.

Cardiadrüsen. In einer schmalen Zone von etwa 5 mm Breite am Uebergange der Schleimhaut des Schlundes in jene des Magens, finden sich die von *Koelliker* (Mikrosk. Anat. Bd. II S. 128) als Cardiadrüsen bezeichneten eigenthümlichen Drüsenformen. Sie gehören theilweise noch der Speiseröhre an (§ 234), können aber auch mehr weniger vollständig in die Magenschleimhaut

Fig. 964. Längsschnitt durch die Cardiadrüsenregion vom Hingerichteten *Schneider*. *Müller*'s Fl., Hämatox., Eosin. Vergr. 45. *cd* Körper-, *ac* Ausführungsgänge der Cardiadrüsen; *sd* Den *Lieberkühn*'schen Drüsen ähnliche Schläuche mit Becherzellen; *mm'* Muskelbündel unter dem blinden Ende derselben; *mm Muscularis mucosae*; *s* Schleimhaut (nach *J. Schaffer*).

einbezogen sein, so dass *Toldt* sie als ausschliesslich in der letzteren vorkommend beschrieb. Früher gewöhnlich als Schleimdrüsen, von *Koelliker* (Gewebel. 2.—5. Aufl.) als zusammengesetzte Magensaftdrüsen beschrieben, wurden dieselben erst in neuerer Zeit eingehender, insbesondere von *Edelmann* bei Thieren und von *J. Schaffer* beim Menschen untersucht. Sie zeigen bei letzterem sehr variable Verhältnisse, welche theilweise die widersprechenden Angaben früherer Autoren begreiflich machen. Im Allgemeinen stellen sie, wie bereits von den ihnen gleichen cardialen Oesophagusdrüsen beschrieben wurde, zusammengesetzt schlauchförmige Drüsen dar, welche in Gruben münden, die von typischem Magenepithel ausgekleidet sind und ebenso, wie die von ihnen ausgehenden eigentlichen Drüsenschläuche häufig stark erweiterte, ampullenartige Aussackungen zeigen, welche die älteren Beschreibungen dieser Drüsen als acinöse begreiflich machen. Die eigentlichen Drüsenschläuche haben, wie *Schaffer* nachweist, bezüglich ihrer zelligen Auskleidung Aehnlichkeit mit den Pylorusdrüsen und den *Brunner*'schen Drüsen und zeigen gleich diesen keine Schleimreaktion. Häufig sind die Drüsenschläuche durchwegs von einem gleichmässigen Epithel ausgekleidet und entbehren der Belegzellen, wie dies *v. Kupffer* für die Cardiadrüsen des Menschen und *Edelmann* für jene der Thiere angiebt; es kommen aber wie *Schaffer* nachweist, auch Fälle vor, in welchen in einzelnen Schläuchen oder in vielen derselben zahlreiche Belegzellen sich finden, für welche dann die von *Koelliker* gegebene Beschreibung der zusammengesetzten Magensaftdrüsen zutreffend ist. Doch ist letzterer Befund doch im Ganzen ein seltener. Von besonderem Interesse ist nun noch, dass auch hier, am Beginn der Magenschleimhaut, ähnlich wie am Ende derselben im Bereiche der Pförtnerregion, typisches Dünndarmepithel an der Oberfläche und in Drüsenschläuchen da und dort (Fig. 964) sich findet. Eingeschaltet zwischen Magengruben, welche mit deutlichem Magenepithel ausgekleidet sind, finden sich einzelne oder Gruppen von ziemlich geraden oder unregelmässig gewundenen Schläuchen, welche Cylinderzellen mit gestreiftem Cuticularsaum zeigen, wie die Darmepithelien und zwischen diesen den Becherzellen des Darmes genau gleichende Gebilde, welche von den Magenepithelzellen gänzlich verschieden sind. Nicht selten sieht man die beiderlei Epithelien aneinanderstossend und so auf kleinsten Raume Becherzellen, Dünndarmepithel und Magenepithel neben

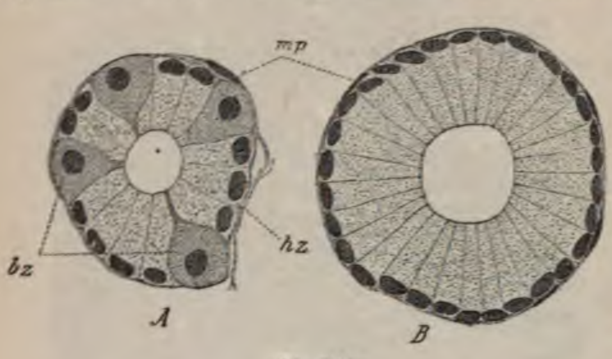


Fig. 965.

Fig. 965. Zwei Cardiadrüsenschläuche im Querschnitte. Vergr. 530. *A* mit Belegzellen *bz* und Cylinderepithelzellen *hz*. *B* Nur mit Cylinderepithel. *mp Membrana propria.*

einander (Fig. 964). Manche Schläuche erinnern an die typischen Drüsen des Dickdarmes (Fig. 966). Die den *Lieberkühn*'schen Drüsen des Darmes entsprechenden Schläuche reichen mit ihrem blinden Ende niemals so tief wie die Cardiadrüsen und obwohl die letzteren stets über der *Muscularis mucosae* ihre Lage haben, so zeigen sich doch bemerkenswerther Weise an solchen Stellen die Muskelfasern auseinander gesprengt und nicht selten unmittelbar unter den blinden Enden der *Lieberkühn*'schen Drüsen zu einer zweiten Lage der *Muscularis mucosae* vereinigt (Fig. 964). Aehnlich wie es nun im Bereiche der *Brunner*'schen Drüsen vorkommt, dass dieselben zum Theile für sich, zum Theile in die *Lieberkühn*'schen Drüsen münden, so können auch die Cardiadrüsen in Magengruben mit Magenepithel oder in den beschriebenen *Lieberkühn*'schen Drüsenschläuchen ihren Ausführungsgang finden.



Fig. 966.

Während beim Menschen die Cardiadrüsen nur eine sehr beschränkte Verbreitung haben, ist beim Schweine etwa ein Drittel des Magens im Bereiche der linken Seite, welche äusserlich der Fundusregion des Menschenmagens ähnlich ist, mit belegzellenfreien Cardiadrüsen ausgekleidet. Auch bei der Maus, der Ratte und dem Pferde nehmen die Cardiadrüsen eine beträchtliche, wenn auch bei Weitem nicht so grosse Strecke wie beim Schweine ein. Dagegen sind beim Kaninchen und beim Hunde belegzellenfreie Cardiadrüsen nur in geringer Zahl vorhanden.

In der Bezeichnung der Magendrüsen herrscht einige Verwirrung. *Jonnesco* (in *Poirier*'s Traité d'anatomie) bezeichnet die Magensaftdrüsen als *Glandes cardiaques*. *Greenwood* (in Journ. of physiol. V) nennt die Cardiadrüsen des Schweines, ihrer topographischen Ausbreitung entsprechend, Fundusdrüsen; fast alle neueren Autoren seit *Heidenhain* und so auch *Oppel* verstehen aber unter Fundusdrüsen die Magensaftdrüsen *Koelliker*'s. Da jedoch in dem, dem Fundus des Menschenmagens äusserlich entsprechenden Abschnitte des Magens bei vielen Thieren überhaupt keine Drüsen (s. o. Epithel) oder, wie beim Schweine, Cardiadrüsen vorkommen, anderseits die Magensaftdrüsen beim Menschen und bei Thieren niemals bloss im Fundus, sondern auch an der grossen Kurvatur u. s. w. sich finden, ist der Ausdruck Fundusdrüsen wenig glücklich gewählt. Wie schon die Versuche *Wasmann*'s zeigten und wie *Koelliker* (Mikr. Anat. II. 2) und *Donders* genauer feststellten, ergeben diese Drüsen ein von den Pylorusdrüsen verschiedenes und zwar, wie sich *Koelliker* später mit *Goll* (Gewebelehre 5. Aufl. S. 402) durch künstliche Verdauungsversuche mit der Magenschleimhaut des Schweines überzeugte, sehr pepsinreiches Infus; ferner reagirt die Magenschleimhaut nur in der Region dieser Drüsen beim Schweine deutlich sauer, was *Donders* und *Koelliker* auch für den Menschen bestätigen konnten. Es verdienen daher die mit Belegzellen ausgestatteten Magendrüsen den Namen Magensaftdrüsen um so mehr, als die späteren Untersuchungen an lebenden Hunden von *Klemensiewicz* und *R. Heidenhain* ausser Zweifel setzten, dass die Pylorusdrüsen ein nicht saures Sekret liefern, das ausserdem weniger reich an Pepsin ist. Da ferner die Cardiadrüsen mit gewissen Drüsen der Speiseröhre, die Pylorusdrüsen mit den *Brunner*'schen Drüsen des Duodenums übereinstimmen, so bleiben nur die sogenannten Fundusdrüsen als typische dem Magen ausschliesslich zukommende, den eigentlichen Magensaft absondernde Drüsen bestehen, welchen man unbedenklich den Namen Magensaftdrüsen belassen kann.

Fig. 966. Querschnitt durch eine heterotopische Darmdrüse der Cardiadrüsenregion. *Müller*'s Flüss. Vergr. 560. *BZ* Becherzellen; *EZ* Epithelzellen; *mp Membrana propria* (nach *J. Schaffer*).

Nachdem *Heidenhain* und *Rollett* das Vorkommen von zweierlei Zellen in den Magensaftdrüsen der Thiere und *Jukes* beim Menschen nachgewiesen hatten, entwickelte sich — ganz analog, wie bezüglich der Randzellen oder Halbmonde in den Schleimspeicheldrüsen — eine lebhafte Diskussion darüber, ob die Haupt- und Belegzellen von einander unabhängige, selbständige, specifische Drüsenzellen, oder nur verschiedene Erscheinungsformen derselben Art von Zellen darstellen. Während *Heidenhain* zu der Annahme gelangte, dass die Hauptzellen das Pepsin, die Belegzellen dagegen die Säure des Magensaftes absondern, wobei die Zellen nicht als Ganzes — wie man dies früher bezüglich der Labzellen annahm — in Sekret sich umwandeln, sondern dasselbe unter Wahrung ihres Bestandes ausscheiden, glaubte *Edinger*, dass die Belegzellen aus den Hauptzellen durch Zunahme des Volums und Füllung mit Ferment hervorgehen. Aehnlich fasste *Heitzmann* die Belegzellen nur als mit Sekret geladene Hauptzellen auf. *Toldt* schloss aus den über die histologische Entwicklung der Magendrüsen gewonnenen Erfahrungen, welchen zufolge die Belegzellen theils direkt aus den Zellen der primitiven Drüsenanlagen, theils aus Hauptzellen sich bilden, dass ein genetischer Zusammenhang zwar besteht, der jedoch nicht dahin zu deuten ist, dass die Belegzellen einfach durch sekretorische Veränderung aus den Hauptzellen hervorgehen. Es dürfte jedoch schwer sein zu erweisen, dass vollständig als solche differenzirte Hauptzellen sich zu Belegzellen entwickeln, es liegt vielmehr näher sich auf Grund der ersten Entwicklungsvorgänge der Drüsen vorzustellen, dass es ein indifferentes Entwicklungsstadium giebt, in welchem die Belegzellen und Hauptzellen noch nicht unterscheidbar, im Ganzen den Hauptzellen ähnlicher sind, und dass solche indifferente Drüsenzellen von embryonalem Charakter auch noch in späteren Wachsthumsperioden und zeitlebens erhalten bleiben. Die erste Entwicklung der Magendrüsen geht, wie *Toldt* zeigte, innerhalb des Epithels vor sich und sind die primären Drüsenanlagen durchaus intraepithelial, ohne dass die blinden Enden der Drüsen in das Mesoderm hineinragen würden. Erst sekundär sprossen aus diesen Anlagen die eigentlichen Drüsenschläuche in die Tiefe, nachdem sich das primäre Drüsenepithel und das Epithel der Magengruben von einander gesondert haben. Die Differenzirung von Haupt- und Belegzellen erfolgt erst relativ spät, innerhalb der sich durch Sprossung fortwährend vermehrenden Schläuche, vom fünften Embryonalmonate an. Jedenfalls ist durch die Untersuchungen *Toldt's* sicher gestellt, dass beide Zellenarten aus einem ursprünglich einheitlichen Drüsenepithele hervorgehen und dass nicht etwa die Belegzellen, wie *Sewall* (in Journ. of physiol. Vol. I) glaubte, theilweise aus dem Bindegewebe der Schleimhaut sich bilden. Durch die Versuche von *Griffini* und *Vassale* (in Beitr. z. path. Anat. u. allg. Path. Bd. III) ist ferner erwiesen, dass nach Substanzverlusten eine Regeneration ganzer Magensaftdrüsen mit Haupt- und Belegzellen ausgehend vom



Fig. 967.

Fig. 967. Senkrechter Schnitt durch die Magenschleimhaut eines fünfmonatlichen Embryo. Pikrinsublimat, Hämatox., Congo. Vergr. 530. *b* Belegzellen der Drüsenanlagen; *dg* Verästelter Drüsengang; *h* Hauptzellen; *mm* Anlage der *Muscularis mucosae*; *oe* Oberflächenepithel.

Drüsenepithel der Wundränder nach demselben Typus, wie *Toldt* ihn von den embryonalen Drüsen beschreibt, stattfindet, woraus man schliessen muss, dass in den ausgebildeten Magendrüsen zellige Elemente vorhanden sind, aus welchen durch Differenzirung alle specifischen Drüsenzellen einschliesslich der Magenepithelzellen hervorgehen können. Mit der Frage, ob die Hauptzellen und Belegzellen verschiedene funktionelle Zustände derselben Drüsenzelle sind, haben aber diese Entwicklungsvorgänge direkt nichts zu thun; sie sind aber geeignet die Haltlosigkeit der von *Trinkler* u. A. vertretenen Anschauung zu zeigen, der zufolge die Hauptzellen aus den Belegzellen wieder ersetzt werden sollten, etwa so, wie dies *Heidenhain* bezüglich der Regeneration der Schleimzellen durch die *Gianuzzi*'schen Halbmonde in der Unterkieferdrüse des Hundes angenommen hatte. Dass die Haupt- und Belegzellen wirklich zweierlei verschiedene sekretorische Elemente darstellen, ist durch die neueren Untersuchungen mit Hilfe der *Golgi*-Methode von *E. Müller*, *Golgi* selbst (in Arch. ital. de biol. t. 19), *Langendorff* und *Laserstein* (in Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. LV), welche an den Belegzellen ein ausserordentlich reiches System von Korbkapillaren nachwiesen, das *E. Müller* in neuester Zeit (l. c.) auch an Tinktionspräparaten erkennen konnte, wohl ausser Zweifel gestellt. Da anderseits auch bewiesen ist, dass Zellen, welche in ihrem Aussehen weit mehr den Hauptzellen als den Belegzellen ähnlich sind, Pepsin absondern, wie jene der Oesophagusdrüsen des Frosches und der Pylorusdrüsen des Hundes, ferner der Körnerreichthum der Hauptzellen mit dem Pepsinreichthume der Schleimhautinfuse parallel geht, so ist es wahrscheinlich, dass die Belegzellen nicht der Pepsinabsonderung, sondern einem anderen Zwecke dienen. Die anatomischen Einrichtungen, die reichen intracellulären Korbkapillaren legen die Annahme nahe, dass diese Zellen ein sehr dünnflüssiges Sekret absondern. Ob sie, wie *Heidenhain* glaubt, die Säure des Magens bilden, konnte durch direkte Proben nicht erwiesen werden, doch entzieht sich die Säure vielleicht nur deshalb dem Nachweise in der Zelle, weil das fertig gebildete Sekret sofort ausgeschieden wird.

Zu den Beweisen, dass die Hauptzellen das Pepsin, die Belegzellen die Säure abscheiden, rechnete *Heidenhain* die Befunde beim Frosche, welche im Bereiche des Oesophagus reichlich Pepsin in alkalischer Lösung absondernde Drüsen mit Zellen, welche den Hauptzellen ähnlich sind, ergeben; dagegen im Magen Drüsen, welche ein saueres Sekret bilden und mit einer zelligen Auskleidung versehen sind, die — von den sogen. Halszellen abgesehen — den Belegzellen der Säuger sehr ähnlich ist. Doch ist es immerhin gewagt auf die Aehnlichkeit der zelligen Elemente in dem einen und dem anderen Falle, die keinenfalls einer völligen Uebereinstimmung der Zellen gleich kommt, weitere Schlüsse zu bauen, um so weniger, als die Magendrüsen des Frosches ausser der Säure auch Pepsin bilden. Die Magendrüsen der niederen Wirbelthiere sind durchwegs von anderem Baue als jene der Säugethiere und nur bei den letzteren findet sich die eigenthümliche Sonderung der Beleg- und Hauptzellen. Die anscheinend den Belegzellen entsprechenden Magendrüsenzellen des Frosches zeigen abgesehen von anderen Unterschieden bei der *Golgi*-Imprägnation nichts von den reichlichen Korbkapillaren, sondern nur spärliche zwischen die Zellen eindringende Seitenästchen des Hauptdrüsenganges. Bezüglich weiterer Einzelheiten über den Bau der Magendrüsen der niederen Vertebraten verweise ich auf die grosse Monographie von *Oppel* und hebe nur noch hervor, dass *Cattaneo* zu dem Schlusse kommt, es entspreche die eine Zellenart, welche bei diesen Thieren im Grunde der Magendrüsen vorkommt, weder den Haupt- noch den Belegzellen der Säuger, sondern einer primitiven und undifferenzirten Form, welche den beiden Formen der Säuger vorangeht. *Oppel* selbst hat in einer besonderen Abhandlung (in Anat. Anz. XI, S. 596) die Meinung ausgesprochen, dass die Hauptzellen der Säuger den Halszellen niederer Vertebraten, die Belegzellen aber den Grundzellen entsprechen, ohne jedoch diese Annahme hinreichend begründen zu können.

Sehr eigenthümliche Beobachtungen über die Belegzellen der Magensaftdrüsen des Menschen machte *v. Kupffer*, indem er fand, dass bei akuten, fieberhaften Krankheiten die Belegzellen vollkommen schwinden können. Doch haben diese Angaben von anderer Seite keine Bestätigung gefunden und es wäre immerhin möglich, dass die im Hungerzustande ohnehin kleinen Belegzellen in den von *v. Kupffer* untersuchten Fällen der Beobachtung entgangen sind. *Stintzing* (in Münchn. med. Wochenschr. 1889,

Nr. 48) fand bei zwei Tuberkulösen die Zahl der Belegzellen stark vermindert bei gleichzeitiger Verminderung der Acidität des Magensaftes, was im Sinne *Heidenhain*'s für die Säurebildung durch die Belegzellen zu sprechen scheint.

Eine besondere Bedeutung für die regenerativen Vorgänge im Bereiche der Magendrüsen besitzt jene Region des Drüsenhalses, welche *Rollett* als inneres Schaltstück bezeichnet, und welche sich, wie *Rollett* hervorhob, durch eigenthümliche Zellen auszeichnet, die weder mit den Cylinderzellen der Magengruben noch mit den Hauptzellen der Drüsenschläuche übereinstimmen. Ein Theil dieser Zellen, welche unmittelbar an die Magengrube grenzen, sind beim Hunde, wie *Bizzozero* nachwies (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. LII, S. 89) schleimhaltig und gehört entschieden zu den Magenepithelzellen, indem aus ihnen durch mitotische Theilung Zellen der Magengruben entstehen. *Salvioli* (in Intern. Monatschr. Anat. Phys. Bd. VII) fand aber beim Kaninchen, dass aus den tiefer gelegenen Zellen durch Mitose sich Drüsenzellen bilden und zwar sowohl Haupt- als Belegzellen und *Bizzozero* ist geneigt dasselbe für den Hund anzunehmen. Da das äussere Schaltstück eine Nebeneinanderlagerung von Haupt- und Belegzellen zeigt, ähnlich wie embryonale Drüsen, an welchen die ersten Differenzirungsvorgänge von Haupt- und Belegzellen auftreten, so würde der Drüsenhals zeitlebens die Region darstellen, in welcher, wie während der embryonalen Entwicklung, aus noch nicht differenzirten Zellen sich die verschiedenartigen Drüsenzellen einerseits und die Cylinderzellen der Magenoberfläche anderseits regeneriren können, womit die oben erwähnten Erfahrungen von *Griffini* und *Vassale* in guter Uebereinstimmung stehen. Auch die erwähnten Angaben *v. Kupffer*'s über den totalen Schwund der Belegzellen bei Fieberkranken würden dann, falls sie sich bestätigen sollten, einigermassen begreiflich erscheinen.

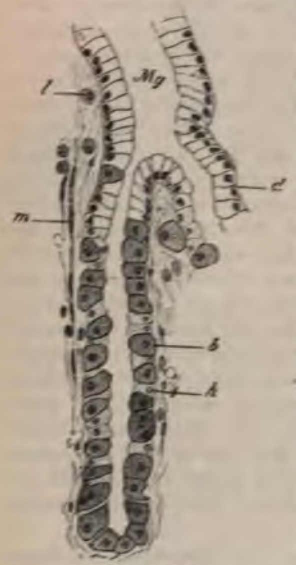


Fig. 968.

§ 242.

Das ausser den Magendrüsen die Schleimhaut bildende Gewebe ist, wie wir schon sahen, sehr spärlich. Nur am Grunde der Drüsen erscheint dasselbe als eine zusammenhängende, feste, röthliche Schicht von 50—100 μ Dicke (*Brücke*), der Muskellage der Schleimhaut, mit durcheinander geflochtenen Bündeln von gewöhnlichem Bindegewebe und von glatten Muskeln, von denen die letzteren besonders in zwei Richtungen sich kreuzen und beim Schweine und auch beim Menschen selbst zwischen die Drüsen und in die *Plicae villosae* eingehen. Ausserdem finden sich zwischen den Drüsen noch zahlreiche Gefässe und Nerven und ein zartes Bindegewebe aus Bündelchen leimgebender Fibrillen und vielen Zellen bestehend, das aber der elastischen Fäserchen fast ganz ermangelt. Im Pförtnertheile des Magens geht das Bindegewebe der Schleimhaut in adenoides Gewebe über, von derselben Beschaffenheit wie im Darme. Doch finden sich auch im übrigen Magen von der Cardia angefangen viele Leukocyten im Bindegewebe, welche auch durch die Epithellage durchwandern

Fig. 968. Mündung einer Magensaftdrüse in ein Magengrübchen. Vergr. 200. *Mg* Magengrübchen; *b* Belegzellen; *d* Drüsenhalszellen des inneren Schaltstückes; *h* Hauptzellen des äusseren Schaltstückes; *l* Leukocyten; *m* Glatte Muskelzellen.

(S. 155). Ausser den Leukocyten kommen, abgesehen von platten, sternförmigen, fixen Bindegewebszellen, auch Mastzellen und eosinophile Zellen vor. Die *Membrana propria* der Drüsen ist ein äusserst zartes, doch für sich isolirbares Häutchen, auf dessen Innenseite, ähnlich wie bei den tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle, platte Zellen mit ästigen Ausläufern, die *Henle* zuerst bemerkte (Eingeweidel. 1866 S. 46), sich finden. Im Bereiche der Magengruben geht die *Membrana propria* in ein mit dem unterliegenden Gewebe fester zusammenhängendes Grenzhäutchen über, auf welchem die Zellen des Oberflächenepithels aufsitzen.

Ausser den schlauchförmigen Drüsen enthält die Magenschleimhaut, jedoch nicht regelrecht und in sehr wechselnder Anzahl, am häufigsten im Pförtnertheile und an der Cardia, geschlossene Follikel oder sogenannte linsenförmige Drüsen, die mit den solitären Follikeln des Dünndarmes ganz übereinstimmen und daher hier nicht weiter besprochen werden sollen; bei Thieren (wie beim Schweine) finden sich auch kleine *Peyer*'sche Haufen.

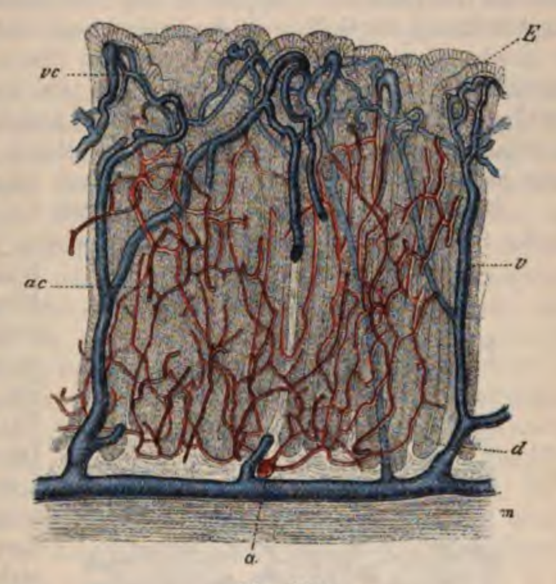


Fig. 969.

Die Blutgefässe der Magenschleimhaut sind sehr zahlreich und in ihrer Vertheilung ganz bezeichnend (vergl. die Fig. 969). Die Arterien zertheilen sich, nachdem sie beim Eintritt in die Magenwand Aestchen an die Serosa und die Muscularis abgegeben und die Muskelhaut durchsetzt haben, zunächst im submukösen Gewebe mit Aesten, welche vorwiegend parallel der Oberfläche der Magenwand verlaufen. Diese geben nun Zweige nach aussen zur Muskelhaut ab, vorzüglich aber solche nach innen, welche rasch sich feiner vertheilend die *Muscularis mucosae* versorgen und vom Grunde der Drüsen aus in Kapillaren von 4,5—6,7 μ sich auflösen, welche feine Netze um die Drüsenschläuche bilden, die bis an die Drüsenmündungen sich hinziehen. Hier setzen sich dieselben, die durch den ganzen Magen zusammenhängend zu denken sind, in ein oberflächliches Netz etwas stärkerer Kapillaren von 9—18 μ fort, das dicht an dem subepithelialen Grenzhäutchen gelegen, beim Menschen mit vieleckigen Maschen die

Fig. 969. Senkrechter Durchschnitt durch die injizirte Magenschleimhaut vom Kaninchen. Vergr. 85. *E* Epithel der Magengrübchen; *a* Arterie; *ac* Arterielle Kapillaren; *d* Endstück der Drüsen; *m* *Muscularis mucosae*; *v* Venenstämmchen durch die Mucosa ziehend; *vc* Venöse Gefässchen der Oberfläche.

Drüsenmündungen ringförmig umgiebt und je nach der Breite der Zwischenräume und dem Vorkommen von Erhebungen an denselben entwickelter oder einfacher ist, jedoch nie aus einfachen Gefässringen zu bestehen scheint. Aus diesem Netze erst entspringen dann immer mit mehreren Wurzeln verhältnissmässig weite Venen, die in grösseren Entfernungen als die Arterien, ohne weiter noch Blut aufzunehmen, die Drüsenlage durchsetzen und zwischen den blinden Enden der Drüsen und der Muskellage der Schleimhaut ein Netz bilden. Aus diesem Netze treten Zweige durch die *Muscularis mucosae* in die *Submucosae*, wo die grösseren Venen den Arterien parallel verlaufen, jedoch, wenigstens beim Hunde (*Mall*), der Schleimhaut näher liegen als die Arterien. Die nach aussen tretenden Venen sind, namentlich am Uebergange in die grösseren Magenvenen, mit Klappen versehen (*Hochstetter*), die jedoch nur bei Kindern gut ausgebildet sind. Aus der Anordnung der Gefässe in der Schleimhaut wird es begreiflich, wie im Magen zu gleicher Zeit eine lebhafte Ausscheidung (durch die tieferen Kapillaren) und zugleich eine ergiebige Aufsaugung (durch die oberflächlichen weiteren Netze) stattfinden kann. Mit *Henle* kann man übrigens das oberflächliche venöse Kapillarnetz auch mit dem Gaswechsel im Magen in Verbindung bringen, nur muss man nicht wie er die Aufsaugung durch dasselbe leugnen.

Die Saugadern des Magens nehmen, wie *Lovén* nachwies, ihren Ursprung in der Schleimhaut mit verhältnissmässig weiten, unregelmässig ausgebuchteten Röhren von kapillarem Baue, deren blinde Enden in den Magenleisten nahe an das Epithel reichen und in der Pylorusregion theilweise ein Verhalten zeigen wie die Chylusräume in den Zotten des Dünndarmes (siehe § 243). Die Lymphröhren der Schleimhaut hängen überall netzartig zusammen, doch verlaufen sie hauptsächlich in der Richtung der Drüsen. Zwischen der *Membrana propria* der Drüsen und dem umgebenden Bindegewebe und um die Blutgefässe finden sich Lymphräume, welche bei Einstichinjektionen mit den Lymphgefässen in Zusammenhang gefunden werden. Die Lymphgefässe der Schleimhaut bilden am blinden Ende der Drüsen, wie schon *Teichmann* fand, ein über der *Muscularis mucosae* ausgebreitetes Netz mit Röhren von 30—50 μ Durchmesser, aus welchem zahlreiche, die *Muscularis mucosae* durchbohrende Gefässe in ein zweites, gröberes, der Submucosa angehörendes Netz von 180—200 μ dicken Röhren eindringen.

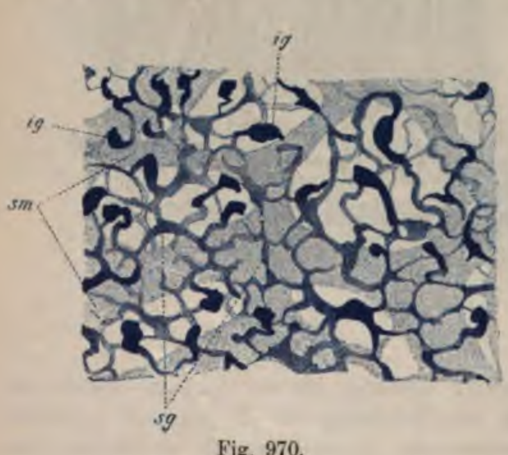


Fig. 970.

Fig. 970. Magenschleimhaut mit injizirten Lymphgefässen von der Innenseite gesehen. Vergrössert. *Hartnack* Obj. 2 Oc. 3. *ig* (am dunkelsten) aufsteigende, interglanduläre Lymphgefässe; *sg* Subglandulärer (feinerer) Plexus; *sm* Submuköser (gröberer) Plexus. (Nach *Ch. Lovén*.)

Die aus der Schleimhaut hervortretenden zahlreichen Stämmchen sieht man bei — während der Verdauung getödteten — grösseren Säugethieren im submukösen Gewebe leicht, und ist ihre Sammlung zu grösseren Stämmchen und schliesslich das Durchbohren der *Musculosa* in der Gegend der Kurvaturen ebenfalls deutlich wahrzunehmen. Ausserdem besitzt die *Serosa* nach *Teichmann* noch ihre besonderen Lymphgefässanfänge in Gestalt eines geschlossenen Netzwerkes. — Die Nerven des Magens vom *Vagus* und *Sympathicus* führen nach *Remak*'s von *Meissner* (und auch von *Billroth*) bestätigter und weiter ausgeführter Entdeckung (Amtl. Ber. d. Naturf.-Vers. in Wiesbaden im Jahre 1852. S. 183; *Müller*'s Arch. 1858. S. 190) in ihrem Verlaufe zahlreiche kleine Ganglien. *Openchowski* (in Centralbl. f. Physiol. 1889) sieht beim Kaninchen vorzüglich im Bereide der Cardia und des Pylorus Gruppen von Ganglien unter der Serosa, welche er als Centren für die automatischen Bewegungen des Magens betrachtet.

Nach ihrem Eintritte in die Muskelhaut zeigen die Nerven das oben (§ 238) im Allgemeinen geschilderte Verhalten und findet sich auch im Magen das *Auerbach*'sche und *Meissner*'sche Geflecht in denselben Beziehungen zu den Muskeln wie im übrigen Darme. Im Magen des Frosches beschreibt *P. Schultz* (in Arch. f. Anat. Phys. 1895. Phys. A.) ausserdem zwischen den Muskelzellen liegende, kleine, multipolare Ganglienzellen, welche er für sensible Apparate hält. Indessen scheint mir die nervöse Natur dieser Zellen keineswegs erwiesen zu sein. Aus dem *Meissner*'schen Plexus dringen aber auch zahlreiche marklose Fäserchen in die eigentliche Schleimhaut und umspinnen dort die Drüsen mit verhältnissmässig weitmaschigen Geflechten, welche bis unter das Epithel der Magenleisten reichen und finden zum Theile auch im Gewebe der Schleimhaut, insbesondere an den dieselbe durchsetzenden Muskelbündelchen und an den Gefässen ihr Ende. An den Drüsen lassen sich die Nerven bis an die *Membrana propria* verhältnissmässig leicht (an *Golgi*-Präparaten) verfolgen; *Erik Müller* fand auch angeschwollene Nervenenden im Kontakte mit dem basalen Theile der Epithelzellen. Ein Zusammenhang der Nerven mit Epithelzellen, wie er öfter und in neuerer Zeit von *Capparelli* (in Biol. Centralbl. II. S. 27) auf Grund von *Golgi*-Bildern behauptet wurde, ist jedoch nicht erwiesen.

Eine selbständige *Membrana propria* der Magendrüsen wurde von *Leydig*, in neuerer Zeit auch von *Oppel* (l. c. S. 23) geleugnet und das, was man als solche beschrieb einfach als Begrenzung von röhrenförmigen Räumen in der Bindesubstanz der Schleimhaut erklärt. Es ist jedoch kein Zweifel, dass die Drüsenepithelien zunächst von einem isolirbaren, allerdings sehr dünnen Häutchen umhüllt werden.

An mit Kongoroth gefärbten Isolationspräparaten vom Magen des Menschen, der längere Zeit in *Müller*'s Flüssigkeit erhärtet wurde, stellt sich die *Membrana propria* als ein lückenloses Häutchen dar, in welchem feine, in verschiedenen Richtungen, vorwiegend aber quer zur Drüsenrichtung verlaufende Fäserchen erkennbar sind. Auf der Innenseite findet man da und dort platte Zellen mit spärlichem Protoplasma um die Kerne und nur wenigen, undeutlich hervortretenden Ausläufern. Reichlichere, deutlich sternförmige Zellen findet man nur an den Grenzhäutchen im Bereiche der Magengrube und die von *Henle* (l. c.) gegebene Abbildung bezieht sich, wie ich glaube, nicht auf die *Membrana propria* der eigentlichen Drüsen, sondern auf jene der Magengruben. *Henle*'s Vermuthung gegenüber, dass die von ihm beschriebenen sternförmigen Zellen Nervenzellen seien, hielt es *Koelliker* (Gewebel. 5. Aufl. S. 404) für wahrscheinlich, dass es sich um Bindegewebskörperchen handle und sie sind wohl als ähnliche Bildungen

anzusehen, wie die Korbzellen der *Membrana propria* in den tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle (§ 220), also jedenfalls nicht als Nervenzellen.

Das im Ganzen spärliche Bindegewebe der Magenschleimhaut ist etwas reichlicher am Grunde der Drüsen zwischen diesen und der *Muscularis mucosae*. Bei einigen Thieren, besonders bei der Katze (*Zeissl*, in Sitzber. d. Wiener Akad. Bd. 72) findet sich hier eine derbe, relativ zellenarme Bindegewebslage, die an Durchschnitten als besondere Schicht sich darstellt.

Litteratur des Magens.

Ausser den im Texte bereits citirten Schriften seien noch angeführt: *Wasmann*, De digestione nonnulla Berol. 1839 c. tab.; *Ecker*, in Zeitschr. f. ration. Med. II, 1852; *Henle*, Ibid.; *R. Cobelli*, in Wiener Sitzber. Bd. 50; *F. E. Schulze*, Ueber Epithel und Drüsenzellen, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. III, S. 145; *R. Heidenhain*, Unters. über den Bau der Labdrüsen, in Arch. f. mikr. Anatom. Bd. VI, 1870 und in *L. Hermann*'s Handb. d. Physiol. Bd. V, I. Th. S. 91, 1883; *A. Rollett*, Bemerkungen zur Kenntniss der Labdrüsen und der Magenschleimhaut, in Unters. aus dem Inst. f. Physiol. u. Histol. in Graz, II. Hft. Leipzig 1871 u. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1870, Nr. 21 u. 22; *Ebstein*, in Sitzber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. Med. Sect. 13. Mai 1870 und in Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI (Pylorusdrüsen); *Ch. Lovén*, in Nord. med. arkiv 5. Bd. 1873 (Lymphbahnen); *R. Klemensiewicz*, Ueber den *Succus pyloricus*, in Wiener Sitzber. LXXI. Bd., 1875; *Grützner*, in *Pflüger*'s Archiv Bd. XVI; *J. N. Langley*, in Journal of Physiologie Vol. II u. III (Pepsindrüsen) und in Philos. Transact. of the royal Soc. Part. III, 1881; *E. Sertoli* et *Fr. Negrini*, in Archivio di Medic. Veterin. Fasc. 3, Milano 1878; *C. Toldt*, Die Entwicklung und Ausbildung der Drüsen des Magens, in Wien. Sitzber. Bd. LXXXII, 1880; *Ph. Stöhr*, Ueber das Epithel des menschl. Magens, in Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, N. F. XV. Bd. 1880 und Zur Kenntniss des feineren Baues der Magenschleimhaut, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX; *F. Hochstetter*, Ueber das normale Vorkommen von Klappen in den Magenverzweigungen der Pfortader, in Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1887; *E. Müller*, Zur Kenntniss der Labdrüsen der Magenschleimhaut, in Verh. d. biol. Ver. in Stockholm Bd. IV, 1892 und Om inter- och intracellulära körtelgångar. Akad. Afh. Stockholm; *Edelmann*, in Deutsche Zeitschr. f. Thiermedizin Bd. XV, 1889 (Cardiadrüsen); *F. Mall*, Vessels and Walls of the dogs stomach, in Johns Hopkins Hospital Reports Vol. I; *R. Dobbertin*, Ueber die Verbr. u. Anord. d. elastischen Gewebes in den Schichten des gesammten Darmkanales, Rostock 1896; *J. Schaffer*, Beiträge zur Histologie menschlicher Organe (Cardia) s. S. 31; *Rina Monti*, Su la morfologia comparata dei condotti escretori delle ghiandole gastriche nei vertebrati, in Bolletino scientifico No. 2 e 3, Pavia 1898. Eine umfassende, sorgfältige Zusammenstellung der Litteratur über die vergleichende Histologie des Magens enthält das grosse Werk von *A. Oppel*, Lehrbuch der vergleichenden mikroskop. Anat. der Wirbelthiere, I. Th. Der Magen, Jena 1896. Ueber die Litteratur des adenoiden Gewebes siehe: *Disse*, Das retikuläre Bindegewebe in *Merkel* u. *Bonnet*, Ergebn. d. Anat. VII. Bd. 1897.

§ 243.

Schleimhaut des Dünndarmes.

Die *Mucosa* des Dünndarmes ist dünner als die des Magens, aber zusammengesetzter, indem sie ausser den schlauchförmigen oder *Lieberkühn*'schen Drüsen eine grosse Zahl von bleibenden Falten und Zotten darbietet und ausserdem noch in ihrem Gewebe eigenthümliche geschlossene Bälge, die sogenannten solitären und *Peyer*'schen Drüsen und im *Duodenum* die *Brunner*'schen Drüsen enthält, welche nicht bloss in der eigentlichen *Mucosa*; sondern vorwiegend in der *Submucosa* ihre Lage haben.

Die **Schleimhaut** im engeren Sinne besteht, wie namentlich durch die Untersuchungen von *His* bekannt ist, abgesehen von ihrer Muskellage ganz und gar aus cytogener Bindesubstanz (adenoider Substanz, *His*) d. h. aus einem retikulären Bindegewebe und zahlreichen in den Maschen desselben enthaltenen Lymphkörperchen ähnlichen Zellen (siehe §§ 30 und 238). Im Innern der Zotten und in der Tiefe der *Mucosa* ist dieses Netz oder *Reticulum* lockerer, an der Oberfläche jedoch verdichtet sich das Gewebe zu einem zusammenhängenden Grenzhäutchen (§ 238). Das **submuköse** Gewebe, das, ausser wo gewisse Drüsen vorkommen, spärlich ist, weshalb die Schleimhaut ziemlich fest mit der Muskelhaut zusammenhängt, besteht aus gewöhnlichem, lockerem Bindegewebe mit ziemlich reichlichen elastischen Fasern. Auf der inneren Oberfläche der Schleimhaut sitzt ein **Cylinderepithelium**, von dem bei den Zotten weiter die Rede sein soll, während dieselben nach aussen gegen das submuköse Gewebe von einer von *Brücke* aufgefundenen, höchstens 38 μ messenden, der Quere und der Länge nach angeordneten **Lage von glatten Muskeln**, der *Muscularis mucosae*, begrenzt wird. Zwischen der *Muscularis mucosae* und den blinden Enden der *Lieberkühn*'schen Drüsen findet sich bei manchen Thieren (Dasyurus, Manis, weniger deutlich bei Hund und Katze) eine dichtere, zellenarme Bindegewebsschichte, welche *Oppel* als *Stratum compactum* bezeichnet, die jedoch beim Menschen kaum angedeutet ist.



Fig. 971.

Die **Zotten des Dünndarmes** (*Villi intestinales*) sind kleine weissliche, mit blossem Auge noch leicht sichtbare Erhebungen der innersten Theile der *Mucosa*, die, auf den *Kerkring*'schen Falten und zwischen denselben gelegen, durch den ganzen Dünndarm vom *Pylorus* bis zum scharfen Rande der *Valvula Bauhini* so dicht stehen, dass sie der *Mucosa* das bekannte sammetartige Ansehen geben. Am zahlreichsten (50—90 auf 1 □ ‴ oder 22 bis 40 auf 1 □ mm) sind sie im *Duodenum* und *Jejunum*, minder häufig im *Ileum* (40—70 auf 1 □ ‴ oder 18—31 auf 1 □ mm). Im *Duodenum* sind sie mehr niedrig und breit, wie Falten und Blätter, von 0,2—0,5 mm Höhe, 0,3—1 mm, selbst 1,6 mm Breite. Im *Jejunum* erscheinen sie meist kegelförmig und plattgedrückt, häufig auch noch blattartig oder walzenförmig, keulen- oder fadenförmig, welche drei letztgenannten Formen im Leerdarme vorwiegen. Die Länge dieser Zotten beträgt von 0,5—1 mm, die Breite von 0,2—0,4 mm, selbst 0,9 mm, die Dicke bei den plattgedrückten 0,1 mm.

Die Zotten bestehen aus einem der **Schleimhaut** angehörenden innern Theile und einer **Epithelialhülle**. Der erstere oder die **Zotte im engern Sinne** entspricht in seinem Umrisse der ganzen Zotte und ist nichts anderes, als ein mit Blut- und Lymphgefässen und mit glatten Muskeln versehener

Fig. 971. Gegerbte Dünndarmschleimhaut in auffallendem Lichte dargestellt. Vergr. ca. 30. *d* Mündungen der *Lieberkühn*'schen Drüsen; *z* Zotten; *z'* gegabelte, *z"* blattartige Zotte.

Fortsatz der eigentlichen *Mucosa*, dessen Grundgewebe aus derselben cytogenen Bindesubstanz besteht, wie die *Mucosa* überhaupt. Die lymphkörperchenartigen Zellen sind in der Regel einkernige Gebilde, seltener finden sich auch grössere mehrkernige Leukocyten oder auch auffallend grosse, verschiedenartige Einschlüsse zeigende Zellen (Phagocyten). Viele der einkernigen Zellen enthalten zahlreiche Körnchen (Körnchenzellen), welche sich mit Fuchsin, Eosin u. s. w. färben lassen. Diese zuerst von *Ellenberger* als eosinophile Körnchenzellen beschriebenen Formen sind, wie *R. Heidenhain* (in Arch. f. Physiol. Bd. 43, Supplem.) beim Hunde fand, bei reichlicher Nahrungszufuhr viel zahlreicher, als bei hungernden Thieren. Die in Aether unlöslichen Körnchen theilen, wie ebenfalls *R. Heidenhain* nachwies, mit den Fettkörnchen die Eigenschaft, sich in Osmiumsäure zu schwärzen und wurden daher früher oft für Fettkörnchen gehalten. Wirkliche Fettkörnchen kommen übrigens in den lymphkörper-



Fig. 972.



Fig. 973.

chenartigen Zellen der Zotten ebenfalls vor. Auch bräunliches oder schwarzes Pigment fand *Koelliker* (5. Aufl.) gelegentlich in den Zellen. Die Blutgefässe der Zotten (Fig. 937) sind so zahlreich, dass bei einer guten Injektion die vom Epithel entblössten Zotten ganz gefärbt werden, und bei lebenden oder eben getödteten Thieren jede Zotte von oben als ein rother, von einem hellen Saume umgebener Punkt erscheint. Beim Menschen enthält jede Zotte ein von 1, 2 oder 3 kleinen Arterien von 22—35 μ versorgtes Netz von 6—11 μ weiten Kapillaren mit runden oder länglichen Maschen, das unmittelbar unter der gleichartigen äussersten Lage der Grundsubstanz derselben sich befindet und meist durch eine Vene von 47 μ, die in der Regel durch ein allmähliches Zusammenfliessen der feinsten Gefässchen im oberen Theile der Zotte entsteht und dann gegen das Innere

Fig. 972. Darmzotte eines jungen Kätzchens ohne Epithel, mit Essigsäure, 350mal vergr. *a* Begrenzung der Zotte; *bd* Kerne und Zellen der cytogenen Bindesubstanz an der Oberfläche und im Innern der Zotte; *c* Kerne der glatten Muskeln.

Fig. 973. Gefässe einiger Zotten der Maus. Nach einer *Gerlach*'schen Injektion. Vergr. 45.

der Zotte nach der Tiefe verlaufend ihr Blut ziemlich unmittelbar in die grösseren Stämme des submukösen Gewebes abführt. Die Venen der Submucosa des Darmes sind klappenlos, dagegen enthalten die Venen, welche die Muskelhaut durchsetzen bis in die Sammelvenen der Mesenterien, welche wieder klappenfrei sind, zahlreiche Klappen, wie *H. Koeppe* nachwies (in Arch. f. Anat. u. Phys. Physiol. Abth. Supplem. 1890).

Das Verhalten der Chylusgefässe in den Zotten anlangend, so besitzen die schmalen, vor Allem die walzen- und fadenförmigen Zotten, meist nur ein mittleres Chylusgefäss, wogegen die breiteren Zotten zwei, ja selbst, wie *Brücke* beim Wiesel und bei der Ratte fand, drei und fünf solche Stämmchen enthalten, die auch ein grobes Netz bilden können, wie *Ranvier* (in Compt. rend. T. 118) neuerdings wieder findet und wie dies *Hyrtl* bei Vögeln, *Teichmann* auch beim Hammel beobachtete. Beim Menschen fand *Teichmann* in der Regel nur ein Stämmchen von 27—36 μ, das mit seinem Ende um 30—50 μ von der Spitze der Zotte abstand, seltener fanden sich zwei Gefässe, die an der Spitze der Zotte schlingenförmig verbunden waren, nie mehr, wobei jedoch zu bemerken ist, dass *Teichmann* gerade die breitesten Zotten der Menschen nicht untersuchte. *Frey* sah auch beim Menschen drei und vier Gefässe, die theils durch Schlingen, theils durch Queranastomosen zusammenhängen, und *W. Krause* fand in seltenen Fällen selbst einen netzförmigen Anhang dieser Kanäle mit einzelnen blinden Anhängen. Die Wandungen dieser Chylusgefässe der Zotten, die man ihrer Weite halber kaum Kapillaren nennen kann, sind sehr zart und bestehen einzig und allein aus einem von *v. Recklinghausen* zuerst gesehenen Epithel platter Zellen, das von *His, Auerbach, Koelliker* u. A. bestätigt wurde. Im *Ileum* des Kalbes, von dem umstehende Abbildung (Fig. 976) stammt, messen die Epithelzellen 50—74 μ, doch ist das Gefäss in Folge der Füllung mit Höllenstein wohl als überausgedehnt zu betrachten.



Fig. 974.

Ausser diesen Theilen enthalten die Zotten noch, wie *Brücke* entdeckte, mehr in der Mitte um die Lymphgefässe herum eine dünne Lage von längsverlaufenden glatten Muskeln mit sehr zarten, schmalen Faserzellen (Fig. 981), die in günstigen Fällen auch beim Menschen sehr deutlich sind und, wie *Koelliker* fand, zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen in die Tiefe sich fortsetzen und mit der Muskellage der *Mucosa* in Verbindung stehen. Nach *Moleschott* messen die Faserzellen der Zotten im Mittel 40 μ und behauptet dieser Forscher, auch quer verlaufende solche Elemente gesehen zu haben, die

Fig. 974. Zwei Zotten ohne Epithel mit dem Chylusgefässe im Innern, vom Kalbe, 350mal vergr. und mit verdünntem Natron behandelt.

bisher sonst Niemand zu finden im Stande war. Wie neuere Untersuchungen lehrten, bilden die Muskelbündel gegen die Oberfläche der Zotten theils bogenförmige Anastomosen (Gf. *Spee*) theils enden sie an der Spitze und den Seiten-



Fig. 975.



Fig. 976.

wänden der Zotte. Dort finden sich an der Grenzmembran der Zotte kegelförmige Verbreiterungen (*R. Heidenhain* l. c.), welche aus den um die Muskeln Scheiden bildenden Balken des Reticulum's hervorgehen. Diese eigenthümlichen Muskelscheiden wurden von *Basch* zuerst beschrieben. Die Muskeln der Zotten bewirken die von *Lacauchie* entdeckten, unmittelbar nach dem Tode sehr deutlichen (Fig. 977) und nach *Brücke* auch an lebenden Geschöpfen wahrnehmbaren Verkürzungen der Zotten, welche sehr wahrscheinlich einen bedeutenden Einfluss auf die Fortbewegung des Chylus und die Aufsaugung durch die Zotten ausüben.



Fig. 977.

Die Nerven der Zotten bilden, wie *Drasch* zuerst an Goldpräparaten nachwies und *Ramón y Cajal*, sowie *Erik Müller* an *Golgi*präparaten bestätigten, einen reichen Plexus markloser Fäserchen, welcher aus dem submu-

Fig. 975. Ein Theil eines *Peyer*'schen Haufens vom Hammel mit gefüllten Chylusgefässen nach *Teichmann*, 20mal vergr. Man sieht Darmzotten mit ihren Chylusgefässen und ein tieferes Netz mit engeren Gefässen und weiteren Kanälen. Ein Knötchen des Haufens zeigt keine Chylusgefässe.

Fig. 976. Darmzotte aus dem *Ileum* des Kalbes mit dem durch Höllensteineinspritzung deutlich gemachten Epithel des centralen Chylusgefässes. Im Epithel einige „Schaltplättchen“, die sicher keine Stigmata sind. Vergr. 300.

Fig. 977. Zwei in Verkürzung begriffene Darmzotten der Katze. Vergr. 60.

kösen Nervengeflechte hervorgeht (Fig. 978). Die feinsten Nervenfäden finden theils an den Gefässen und Muskeln der Zotte, theils an der Oberfläche unmittelbar unter dem Epithele ihr freies Ende ohne zwischen die Epithelzellen weiter einzudringen. Nach *Ramón y Cajal* finden sich in den Zotten noch zahlreiche, kleine, ästige Nervenzellen. Doch ist deren nervöse Natur von *Koelliker* und *Dogiel* bestritten (s. II. Bd. S. 870) und scheint es sehr wahrscheinlich, dass sie zum Bindegewebe gehören.

Ueber die Nerven und Ganglien in der Wand des Dünndarmes siehe die §§ 237 und 238.



Fig. 978.

Eigentliche Zotten finden sich in allgemeinerer Verbreitung nur bei den Vögeln und Säugethieren, während bei den niederen Wirbelthieren meistens nur Falten der Schleimhaut, welche der Länge nach verlaufen oder netzartig verbunden sind, die Zotten vertreten. Doch finden sich selbst bei nahe verwandten Thieren bemerkenswerthe Verschiedenheiten. So fehlen dem Frosche eigentliche Zotten, während bei Bufo solche vorhanden sind. Bezüglich des Baues der Zotten herrscht, trotz der ungemein zahlreichen Untersuchungen, welche namentlich mit Rücksicht auf den Vorgang der Aufsaugung angestellt wurden, noch viele Unklarheit. Das Vorhandensein massenhafter Fetttröpfchen in der ganzen Dünndarmschleimhaut einschliesslich der Epithelzellen bei gleichzeitiger Füllung der Chylusgefässe mit einer feinen Fettemulsion während der Fettresorption, schien die Nothwendigkeit des Vorhandenseins relativ weit offener Wege für die Resorption von Körnern von der Grösse mikroskopisch sichtbarer Fetttropfen zu erweisen. Freilich stand hiemit in schneidendem Gegensatz die Erfolglosigkeit des Bemühens andere korpuskuläre Elemente, wie Kohlenstaub, körnigen Karmin etc. in irgend erheblicher Menge zur Resorption zu bringen (s. hierüber *Th. Eimer* in *Virchow*'s Arch. 48. Bd. 1869 und Biol. Centralbl. IV. Bd. S. 569). Die später zu besprechende Beschaffenheit des Epitheles der Darmzotten spricht gegen die Vorstellung, dass Fetttropfen oder Körnchen von messbarer Grösse durch dasselbe oder zwischen den Epithelzellen hindurch treten können. Aber auch der histologische Bau des eigentlichen Zottenstromas zeigt keine Einrichtungen, welche zur Annahme offener Wege für die Fortwanderung von grösseren Körnchen oder Tropfen durch die Zotte in die centralen Lymphräume zwingen würden. Es ist vielmehr auf Grund der histologischen Befunde die Annahme berechtigt, dass die Fette entweder in gelöstem, verseiftem oder mindestens äusserst fein vertheiltem Zustande resorbirt werden und dort wo sie in den Epithelzellen und im Innern der Zotte selbst in Form von Tropfen gefunden werden, erst wieder sekundär als Neutralfette ausgeschieden werden oder aus feinster molekularer Vertheilung zu grösseren Tröpfchen zusammenfliessen. Ohne auf diese rein physiologischen Fragen hier näher einzugehen, muss bezüglich des Baues des Zottenstromas zunächst hervorgehoben werden, dass die Oberfläche desselben, unmittelbar unter dem Epithele, von einem dünnen glatten Häutchen

Fig. 978. Querschnitt vom *Duodenum* der Ratte. *Golgi*-Präp. Vergr. 140. *B* Imprägnirte Sekretkapillaren von *Brunner*'schen Drüsen; *b* Imprägnirte Becherzelle; *g* Blutgefässe der Zotte; *k* Krypten mit imprägnirten Gängen; *n* Nervenplexus der *Submucosa*, *n'* die Drüsen umspinnend, *n''* in der Zotte; *z* Imprägnirte Epithelzellen der Zotte.

überzogen ist, welches den *Membranae propriae* der Drüsen ähnlich ist. Ueber dieses Häutchen ist viel gestritten worden. Schon *Goodsir*, *Todd-Bowman* und *Donders* sprachen sich für das Vorhandensein einer Basalmembran aus. Später hatte *R. Heidenhain*, dessen Angaben sich eine Reihe von Forschern, insbesondere *Eimer* (Biol. Centralbl. IV. Bd. S. 588) anschlossen, den direkten Zusammenhang der Epithelzellen der Zotten mit den Bindegewebszellen des *Stroma's* behauptet und *v. Davidoff* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX) vertrat noch 1887 eine ähnliche Vorstellung. Dem gegenüber muss jedoch vor Allem auf die leicht festzustellende Thatsache hingewiesen werden, dass die Oberfläche einer vom Epithel befreiten Zotte stets, auch bei starker Vergrösserung, eine glatte ist, und dass ebenso an senkrecht zur Oberfläche geführten Schnitten, in allen Entwicklungsstadien des Darmes, die Grenze zwischen Epithel und *Stroma* eine scharfe ist, abgesehen von den Stellen, an welchen, in Folge von Einwanderung von Leukocyten ins Epithel, die Grenze anscheinend verwischt sein kann. An frisch fixirten Präparaten ereignet sich häufig der Fall, dass zwischen der Epithelbekleidung und dem Zottenstroma ein mehr weniger ausgebreiteter Hohlraum entsteht, dessen Durchschnitt sowohl an der inneren Seite des Epithels als an der Oberfläche der Zotte glatt begrenzt erscheint (Fig. 980 u. 981), abgesehen wieder von einzelnen Leukocyten, welche innerhalb dieses Hohlraumes, sei es an der Innenseite der Epithelhaut, sei es an der Oberfläche des Zottenstromas ihre Lage haben. Alle diese Thatsachen sprechen entschieden gegen einen Zusammenhang von Epithel- und Bindegewebszellen und *R. Heidenhain* hat später selbst die angeblich in das Bindegewebe eindringenden Fortsätze der Epithelzellen als Trugbilder (Gerinnsel) erkannt (in Arch. f. Physiol. Bd. 43 Suppl.). So unzweifelhaft nun ein direkter Zusammenhang der Darmepithelzellen mit dem Zottenstroma in Abrede gestellt werden kann, so schwierig ist es, die eigentliche Begrenzung der Oberfläche des Zottenstromas festzustellen. *Koelliker* (5. Aufl.) und mit ihm die Mehrzahl der Autoren betrachtet die Oberflächenschicht des Zottenstromas als eine Verdichtung des retikulären Gewebes, ohne dass ein selbständiges, isolirbares Häutchen vorhanden wäre, während *Eberth*, *Doenitz*, *Debove*, *Watney*, *Drasch*, *Schaffer*, *Ranvier*, *Spalteholz* u. A. eine isolirbare Grenzmembran beschrieben. Doch stimmen die einzelnen Darstellungen im Detail nicht überein. *Doenitz* (in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1864) beschrieb ein hyalines Häutchen, *Drasch* (in Wiener Sitzber. Bd. 82) isolirte die Grenzmembran der Zotten an Goldpräparaten, die mit Ameisensäure behandelt waren, und findet dieselbe als eine zusammenhängende, in Ameisensäure nicht quellende Haut, in welcher ästige kleine Zellen mit grossen ovalen Kernen eingelagert sind, und welche ausserdem die Kapillargefässe der Zotte und ein feines Nervengeflecht enthält. Bei Nagethieren, besonders bei der Ratte, findet *Drasch*, wie schon früher *Eberth*, zahlreiche runde Löcher in der Membran, vermisste sie jedoch bei anderen Thieren. *Eberth* fand dagegen auch bei der Katze, beim Rinde und beim Menschen Oeffnungen im Grenzsaume der Zotten, wenn auch weniger gross und zahlreich als bei der Ratte, wo sie 3—4 μ, an manchen Stellen bis 15 μ Durchmesser erreichen. *Watney* (in Philosoph. Transact. Vol. 166) verlegt die Kapillargefässe nicht in die Membran, sondern beschreibt dieselbe als eine feine Grenzhaut mit ovalen Kernen von endothelartigem Charakter. *Debove* (in Arch. de physiol. 1874) beschrieb dagegen geradezu ein Endothelhäutchen. Diese verschiedenen Beschreibungen zeigen deutlich, dass die Beobachter nicht genau dasselbe vor sich hatten und, zum Theile wenigstens, mehrere Schichten, die noch miteinander verbunden waren, beschrieben. Die Kapillargefässe können, wenn auch innig mit der Grenzmembran verklebt, doch nicht mehr dieser selbst zugerechnet werden und auch die platten Zellen an der Oberfläche haben wohl nicht mehr in der Membran selbst, sondern an deren Innenfläche ihre Lage. Dies wird wahrscheinlich durch die Beobachtungen von *J. Schaffer*, welcher von Zotten des menschlichen Dünndarmes ein äusserst feines Häutchen sich abheben sah, an dessen Innenseite verdichtetes faseriges Zottenstroma mit den Blutkapillaren sich befand. Nach *Spalteholz* (in Arch. f. Anat. 1897 Suppl.) besteht die *Membrana propria* der Zotten aus einem dichten Netzwerke feinster, vorwiegend cirkulär verlaufender Fäserchen mit zahlreichen kleinen rundlichen 1—2 μ grossen Lücken. Man muss demnach nebst der von *Koelliker* und der Mehrzahl der Autoren beschriebenen, verdichteten Grenzschicht des Zottenstromas, welche die Ansätze der Muskeln und ihrer Scheiden, sowie die Blutkapillaren enthält noch ein äusserst dünnes cuticulares Grenzhäutchen, an dessen Innenseite platte Zellen sind,

annehmen. Ich sehe dieses Häutchen stellenweise deutlich abgehoben an mit Kongoroth gefärbten Schnitten (Fig. 979). Isoliren lässt sich das Häutchen stets nur auf kurze Strecken und es erscheint dann an gefärbten Präparaten homogen und mit zackigen Rissrändern wie eine Glashaut. Die von *Spalteholz* beschriebenen Fäserchen halte ich für Trugbilder. Diese Auffassung wird insbesondere noch durch einen in vergleichend histologischer Beziehung wichtigen Befund *Oppel's* (in *Semon,* Zool. Forschungsreisen II, Jena 1897) gestützt, welchem zufolge bei Ornithorhynchus im ganzen Darme unter dem Epithele eine kernlose bis 5 μ dicke Basalmembran sich findet, die sowohl gegen das Epithel als gegen das faserige Zottenstroma sich deutlich abgrenzt.

Was nun das eigentliche Zottenstroma anbelangt, so ist dasselbe, wie bereits hervorgehoben wurde, sammt dem Gewebe der eigentlichen Dünndarmschleimhaut überhaupt, als eine Form des adenoiden Gewebes (*His*) oder, wie *Koelliker* es nennt, des cytogenen Bindegewebes zu betrachten. Doch ist dies nicht so zu verstehen, als ob das Zottengewebe mit jenem der Lymphknoten im Baue genau übereinstimmen würde; es beschränkt sich vielmehr die Aehnlichkeit darauf, dass in dem einen und in dem anderen Falle ein Gewebe vorliegt, das aus einem *Reticulum* von feinen Bälkchen besteht, in dessen Maschen lymphkörperchenartige Zellen eingelagert sind. Im Einzelnen finden sich jedoch wesentliche Unterschiede. Von dem Gewebe der Lymphfollikel und Follikularstränge unterscheidet sich das Gewebe der Darmschleimhaut schon dadurch, dass in demselben Lymphkapillaren (in den Zotten die centralen Chylusgefässe) vorkommen und das *Reticulum* auch glatte Muskeln enthält; Bestandtheile, die dem typischen adenoiden Gewebe fehlen. Aber auch das *Reticulum* selbst ist von anderer Beschaffenheit. Es finden sich in der *Mucosa*, namentlich längs der zarten Muskelzüge, lang gezogene Bälkchen von fibrillärem Baue, von welchen sich zum Theil sehr feine Fäserchen abzweigen, die wohl dem leimgebenden Bindegewebe zugerechnet werden müssen, obwohl sie von *Mall* und in neuerer Zeit wieder von *Spalteholz* (l. c.) als Fasern besonderer Art beschrieben wurden. Die spindelförmigen oder ästigen fixen Zellen liegen diesen fibrillären Theilen des *Reticulum's* zum Theile nur an und es ist zweifelhaft, ob ein rein zelliges *Reticulum* in grösserer Ausdehnung in der Darmmucosa überhaupt vorkommt. In dieser Beziehung hat das Gewebe der Dünndarmschleimhaut mehr Aehnlichkeit mit dem *Reticulum*, welches die Lymphbahnen der Lymphdrüsen durchsetzt, als mit dem eigentlichen adenoiden Gewebe derselben. Dadurch wird es auch begreiflich, dass Anhäufungen von ypischem adenoiden Gewebe in Form von Lymphknötchen, wie sie weiter unten zur Sprache kommen, sich deutlich vom Gewebe der Darmschleimhaut unterscheiden. Was das Vorkommen elastischer Fasern anbelangt, so finden sich solche noch reichlich in der *Muscularis mucosae* und dringen von hier in die Schleimhaut am Grunde der Drüsen ein und bilden nach *Spalteholz* einen wesentlichen Bestandtheil der *Membranae propriae* der *Lieberkühn*'schen Krypten als äusserst feine Fäserchen und lassen sich auch längs der Blutgefässe und Muskeln in die Zotten verfolgen, wo sie gegen die Spitzen sehr spärlich werden. Doch ist im Ganzen gegenüber den tiefer liegenden Schichten des Darmes, die eigentliche Schleimhaut auffallend arm an elastischen Elementen.

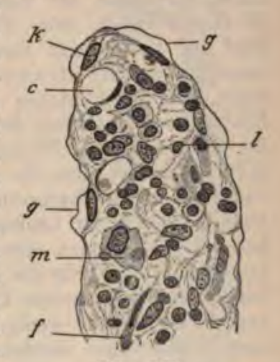


Fig. 979.

Den oben besprochenen, in den Zotten befindlichen centralen Chylusgefässen wurden früher besondere Wandungen, namentlich von *Brücke* abgesprochen, der die Vorstellung vertheidigte, dass es sich um Lymphräume handle, die mit den Gewebespalten der Zotten überall in offener Verbindung sind. Als solche Gewebespalten müsste man gegenwärtig insbesondere die Zwischenräume betrachten, welche zwischen den

Fig. 979. Längsschnitt von der Spitze einer Zotte. Pikrinsublimat, Kongoroth. Vergr. 530. *c* Durchschnitte von Blutkapillaren; *f* Schräg durchschnittene Muskelzelle; *g* Grenzhäutchen von der Zotte theilweise abgehoben; *k* Kerne unterhalb desselben; *l* Leukocytenkerne; *m* Grössere einkernige Zellen.

Bälkchen des *Reticulum's* einerseits und zwischen den in dasselbe eingelagerten Zellen anderseits vorhanden sein müssen. Indessen hat die Entdeckung *v. Recklinghausen's* (Die Lymphgefässe und ihre Beziehungen zum Bindegewebe S. 16 und 70), dass die Chylusgefässe der Zotten von einer zusammenhängenden Lage platter, in ihren Grenzen durch Silber darstellbaren Endothelzellen, ausgekleidet sind, bald vielseitige Bestätigung gefunden und dieser Thatsache gegenüber kann es nicht ins Gewicht fallen, dass bei künstlichen Injektionen ein Austritt der Masse aus den centralen Chylusgefässen in das Zottengewebe sehr oft zur Beobachtung kommt, da bei der grossen Zartheit der Endothelwand eine Zerreissung derselben leicht begreiflich ist. Ausser der Endothelauskleidung schreibt *Spalteholz* dem centralen Chylusraum noch eine Umhüllung durch eine sehr zarte Bindegewebsschicht, aus dicht gelagerten feinsten Fäserchen zu, welche sich an Präparaten, die nach der Verdauungsmethode hergestellt sind, erkennen lassen.

Die in der Darmschleimhaut und in dem Zottengewebe eingelagerten lymphkörperchenartigen Zellen sind in der überwiegenden Mehrzahl einkernige Formen. Unter denselben haben die von *Ellenberger* als eosinophile Zellen beschriebenen, von *R. Heidenhain* beim Hunde in verschiedenen Verdauungszuständen bezüglich ihrer Zahl und Vertheilung studirten Elemente ein besonderes Interesse, da die Körnchen derselben wie *Heidenhain* fand, obwohl sie sicher nicht aus Fett bestehen, in Osmiumsäure, wie Fetttröpfchen sich dunkel färben. Dadurch wurde die von *Schäfer* (in *Schäfer-Quain* Anatomy Bd. II, 1876) und *Zawarykin* (in *Pflüger's* Arch. f. Physiol. Bd. 31) aufgestellte Hypothese, der zufolge die Fettresorption durch Leukocyten vermittelt werden sollte, die das Fett im Bereiche des Epitheles (siehe § 244) aufnehmen und dann in die Chylusräume schaffen sollten, in ihrer Beweiskraft stark erschüttert. Dass ein Theil der Leukocyten auch thatsächlich Fetttröpfchen enthält, ist nicht zu leugnen, dies kommt aber für die normale Fettresorption nicht in Betracht. Dass die Leukocyten einerseits die Grenzmembran der Zotten, anderseits die Wand der Lymphkapillaren durchwandern können, ist nicht zu bezweifeln, doch sind in der Darmschleimhaut hiefür ebenso wenig, wie anderwärts, wo Leukocyten durch *Membranae propriae* oder Gefässwände wandern, besondere präformirte Wege vorhanden. Die Frage der sogenannten Saftkanälchen soll erst in dem Kapitel Lymphgefässe eingehender erörtert werden.

§ 244.

Das Zottenepithel.

Während die Magenschleimhaut abgesehen von einzelnen Stellen der Cardia- und Pförtnerregion überall von einem gleichförmigen Epithel bedeckt ist, finden sich auf den Zotten der Dünndarmschleimhaut zweierlei Epithelzellen, welche man als eigentliche Epithelzellen (Fig. 980 *e*) und als Becherzellen (Fig. 980 *b*) unterscheiden kann. Erstere bilden die überwiegende Mehrzahl, letztere sind, in je nach Umständen wechselnder Zahl, in der Regel vereinzelt zwischen die ersteren eingeschaltet.

Die **eigentlichen Epithelzellen** sind von cylindrischer oder besser gesagt von prismatisch-pyramidaler Form mit etwas verjüngtem unteren, gerade gestrecktem oder etwas schräg in der Richtung gegen die Zottenbasis zur Basalmembran der Zotte verlaufendem Ende versehen, 22—26 μ lang und 6—9 μ breit. Die Epithelzellen lösen sich, obschon im Leben sehr innig mit der Basalmembran verbunden, an Leichen sehr leicht ab und sind nur an ganz frischen Darmstücken auf der Zottenoberfläche zu sehen. Fixirt man überlebende Darmstücke mit Sublimatlösungen und anderen Härtungsflüssigkeiten, so zieht sich häufig das Zottenstroma auf grössere oder geringere Strecken von der Zottenspitze unter Ausstossung einer gerinnbaren Flüssigkeit zurück, welche

den nun während des Absterbens entstandenen Raum zwischen Epithelmantel und Grenzmembran der Zotte erfüllt (Fig. 981). Der Zellleib der Epithelzelle zeigt eine undeutlich fädige Struktur mit vorwiegender Längsrichtung der Filarmasse, zwischen welcher Körnchen eingestreut sind; nicht selten finden sich grössere und kleinere Einschlüsse, deren Natur nicht immer leicht erkannt werden kann. Bald sind es blasse von hellem Hofe umgrenzte Kugeln, in deren Innerem in Kernfärbemitteln färbbare, kleinere Körner zu mehreren sich finden, oder es sind im Protoplasma der Epithelzelle da und dort, färbbare, kleinere und grössere Kügelchen eingelagert. *R. Heidenhain* hält sie für Reste zu Grunde gegangener Leukocyten, eine Annahme, die sich dadurch rechtfertigt, dass Leuko-

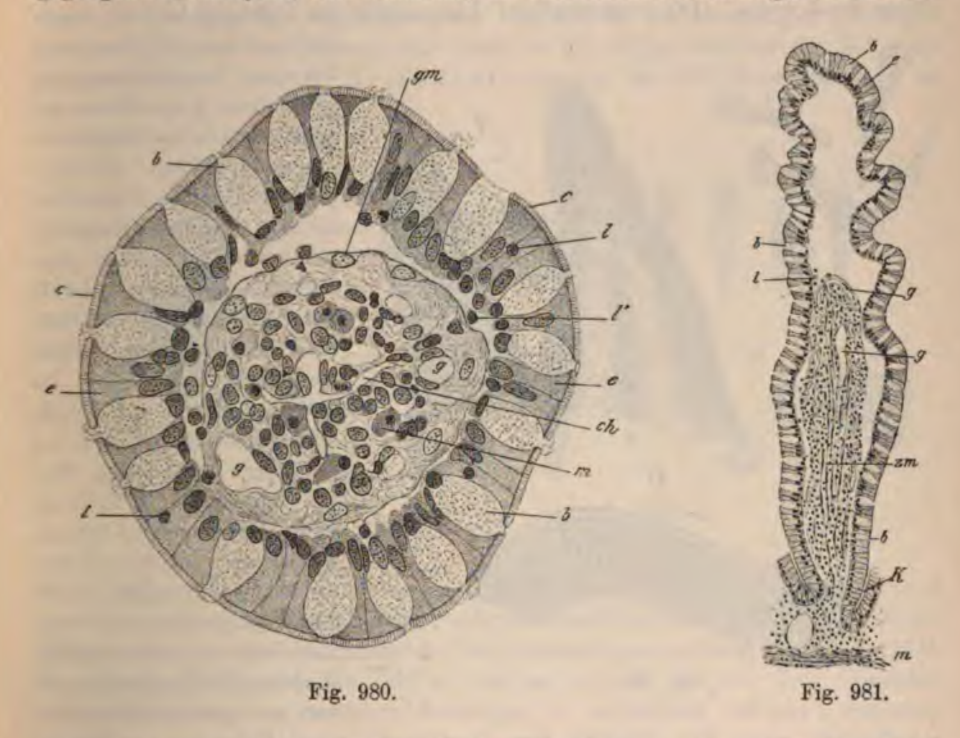


Fig. 980. Fig. 981.

cyten nicht nur, wie zuerst *Eberth* (in Würzburger naturw. Zeitschr. 1864) nachwies, in wechselnder Zahl zwischen den Epithelzellen gefunden werden, (Fig. 980 *l*), sondern auch in die Epithelzellen selbst eindringen können. Leichter

Fig. 980. Querschnitt einer Zotte des Dünndarmes vom Hingerichteten *Schneider*. Sublimat, Eisessig. Vergr. 530. Das Zottenstroma theilweise vom Epithele abgehoben. *b* Becherzellen; *c* Cuticula; *ch* Centraler Chylusraum; *e* Epithelzellen; *g* Blutgefässe, *gm* Grenzmembran der Zotte mit anliegenden Kernen; *l* Leukocyten im Epithel, *l'* unter demselben; *m* Grosse Leukocyten (Megalocyten).

Fig. 981. Längsschnitt durch eine Zotte vom Hingerichteten *Schneider*. *Müller*'s Flüss., Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 85. Das Zottengewebe hat sich innerhalb des Epithels zurückgezogen. *K Lieberkühn*'sche Krypte; *b b* Becherzellen; *e* Epithelzellen; *g* Blutgefässe; *l* Leukocyten zwischen Epithel und Grenzhäutchen der Zotte; *m Muscularis mucosae*; *zm* Längsmuskeln der Zotte.

als solche erkennbare Einschlüsse sind die während der Fettresorption in den Epithelzellen oft in grosser Zahl nachweisbaren, kleineren und grösseren Fetttropfen, von welchen jedoch eine Reihe neuerer Untersucher, wie *Altmann, Metzner, Krehl, Nicolas* (in Intern. Monatschr. f. Anat. Phys. Bd. VIII) annimmt, dass sie keineswegs als solche aufgenommen, sondern unter Mitwirkung der in den Epithelzellen vorhandenen Körnchen (*Granula*) aus in Lösung resorbirten Fettverbindungen in der Zelle ausgeschieden wurden. Die in der Regel in der Einzahl vorhandenen Kerne liegen in der unteren Hälfte der Zelle, seltener in der Mitte oder darüber hinaus, sind von ellipsoidischer Form und an fixirten Präparaten weniger färbbar, als die Kerne der zwischen den Epithelzellen befindlichen Leukocyten. Die merkwürdigste Eigenschaft der Epithelzellen ist durch die besondere Differenzirung ihres der Darmlichtung zugewendeten freien Endes gegeben, welche vom allgemein morphologischen Standpunkte als eine Cuticularbildung (Fig. 980 *c*) bezeichnet werden muss, als eine zusammenhängende hautartige Lage, welche von dem tiefer liegenden Protoplasma wesentlich verschieden ist und von diesem sich durch Wasser, Essigsäure u. s. w., oft über viele Zellen hin, wie eine Membran loslösen kann. Doch ist diese Cuticula keineswegs eine feste Haut, sondern eine weiche Oberflächenschicht von oft kaum merklicher, in anderen Fällen wieder auffälliger Dicke und von so eigenthümlicher Beschaffenheit, dass ihre Struktur den Gegenstand vieler Erörterungen bildete, ohne dass dieselbe völlig aufgeklärt wäre. *Koelliker* beschrieb im Jahre 1855 (in Würzburger Verhandl. Bd. VI 1856) in der Cuticula der Epithelzellen eine feine senkrechte Streifung, die er als von Porenkanälchen herrührend deutete, während *Brettauer* und *Steinach* in einer unter *Brücke*'s Leitung ausgeführten Arbeit, die Streifung durch ein Aggregat von prismatischen Stäbchen, welche mit dem Zellinhalt in Verbindung stehen, bedingt erklärten. *Koelliker* hatte zwar schon in seiner oben citirten Abhandlung den Zerfall des Cuticularsaumes in Stäbchen erwähnt, jedoch betont, dass an frischen Objekten derselbe

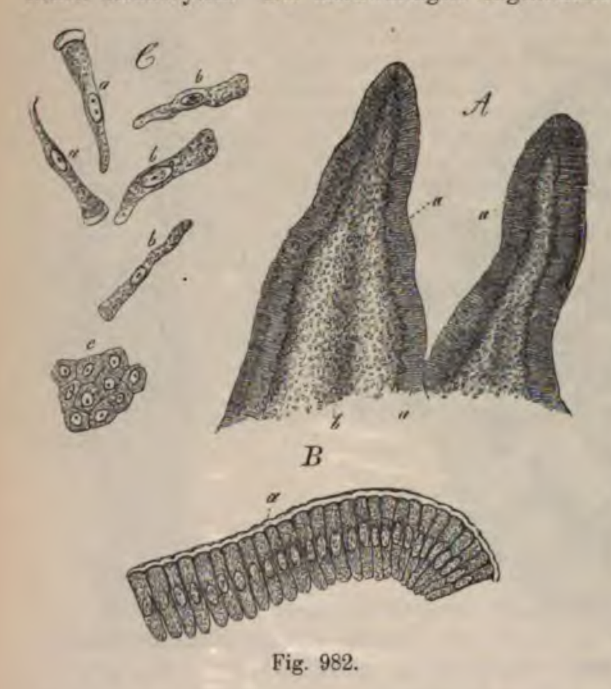


Fig. 982.

Fig. 982. *A* Zwei Zotten mit Epithel vom Kaninchen. Vergr. 75. *a* Epithel; *b* Gewebe der Zotte. *B* Eine abgelöste Epithelfolge, 300mal vergr. *a* Durch Wasser abgehobene Hüllen. *C* Einzelne Epithelzellen, 350 mal vergr. *a* mit, *b* ohne abgehobene Hülle; *c* einige Zellen von der Fläche.

nicht vorhanden sei und erst „sekundär" entstehe, wodurch sich auch die ältere sonderbare Angabe von *Gruby* und *Delafond* über das Vorkommen von Flimmerepithel im Darme des Hundes erkläre. Die Annahme einer primären, reinen Stäbchenstruktur ist augenscheinlich wenig geeignet die membranöse Beschaffenheit des ganz frischen Cuticularsaumes begreiflich zu machen, da sie zu der Hypothese greifen muss, dass die Stäbchen seitlich unter einander verklebt seien. Es scheint daher die Annahme eines von Poren durchsetzten Cuticularhäutchens, wie sie *Koelliker* vertritt, der von *Brettauer* und *Steinach* aufgestellten primären Stäbchenstruktur gegenüber, den Vorzug zu verdienen. Für die Präexistenz der Stäbchen wurde aber insbesondere geltend gemacht, dass die Streifung des Cuticularsaumes mit kleinen knötchenartigen Bildungen an der Innenseite des Saumes, sich direkt in die fädige Struktur des Zellprotoplasmas fortsetze und *R. Heidenhain* konnte mit 2% Kochsalzlösung an



Fig. 983. Fig. 984.

den Epithelzellen des Salamanders Cuticularsäume sich abheben sehen, von deren Innenseite deutlich als solche erkennbare Stäbchen, wie zahlreiche kleine Brücken zu dem darunter liegenden Protoplasmakörper der Zelle zogen (Fig. 985). *Heidenhain* deutete dies Bild so, dass es sich um die aus dem Cuticularsaum herausgezogenen, mit dem Zellkörper in Verbindung stehenden Stäbchen

Fig. 983. Theil des Epithels einer Zotte des Kaninchens in verdünntem Eiweisse. Der streifige Epithelsaum *a* erscheint in natürlicher Breite, doch ist seine innere Begrenzung nicht so deutlich, weil die Zellen mit Fettmolekülen vollgepfropft sind. Vergr. 350.

Fig. 984. *A* Mit Wasser behandelte Epithelzellen von Darmzotten im ersten Beginne der Einwirkung desselben. Die streifigen verdickten Zellenwände *a* sind sehr deutlich, wie leicht aufgequollen. Aus jeder Zelle ist ein heller Inhaltstropfen *b* ausgetreten. *B* Einzelne von selbst abgefallene Epithelzellen von Zotten mit Wasser. 1. u 2. Zellen mit aufgequollener streifiger Wand. 3. Eine solche auf einer noch weiteren Stufe, einer Flimmerepithelzelle täuschend ähnlich. 4. Zelle mit aufgetriebenem Saume, an dem keine Streifen sichtbar sind. *C* Eben solche Zellen mit abgehobener verdickter Wand im ersten Beginne der Wassereinwirkung. 1. Zwei Zellen, deren Wand noch wenig verändert ist. 2. Eine andere, deren verdickter Saum mehr warzig erscheint. *D* Durch Wasser kugelrund gewordene Epithelzellen von Zotten, deren streifige Säume sehr deutlich sind. Vom Kaninchen.

handle. Diese Auffassung, die auch *W. Flemming* (in Münchener med. Wochenschrift Nr. 48, 1898) im Wesentlichen theilt, und für welche auch die Tinktionsbilder mit Eisenhämatoxylin sprechen (siehe *Zimmermann* in Arch. f. mikr. Anat. 52. Bd. S. 647) scheint in der That die so verschiedenartigen Erscheinungsformen des Cuticularsaumes am besten zu erklären. Es würde sich also um eine weiche, je nach Umständen an Dicke verschiedene Cuticularsubstanz handeln, in welche eigenthümliche, sehr veränderliche stäbchenartige Fortsätze des Protoplasmakörpers der Zelle hineinreichen. Denkt man sich die Stäbchen weg, so hat man die Cuticularmembran mit Poren, wie sie *Koelliker* annahm, denkt man sich die Cuticularmembran weg, so bleibt das Stäbchenorgan von *Brettauer* und *Steinach* übrig. Letzteres ist daher nicht ein Zerfallsprodukt der weichen Cuticularsubstanz sondern die Stäbchen werden sichtbar, wenn die letztere zerstört wird. Dass die Stäbchen in der That besonders differenzirte Theile der lebenden Zellen sind, dafür spricht ihre wechselnde Erscheinungsform. Manchmal scheinen sie ganz zu fehlen; in jenen Fällen nämlich, in welchen der Cuticularsaum homogen oder sogar parallel zur Oberfläche gestreift erscheint, welche letztere Erscheinung *Erdmann* und *Th. Eimer* (in *Virchow's* Archiv Bd. XLVIII) zuerst bemerkten. Unter besonderen Umständen dagegen, nach Injektion von Magnesiumsulfat in den Darm lebender Kaninchen sah *R. Heidenhain* statt der Stäbchen, zahlreiche, ungemein feine, relativ lange Härchen an der Oberfläche der Epithelzellen hervortreten. Ob die Oberflächenstäbchen Fortsetzungen der fädigen Struktur der Epithelzellen sind, wie *Klein, C. Rabl* u. A. annehmen oder ob sie Bildungen besonderer Art sind, wie *Heidenhain* glaubt, ist schwer zu entscheiden.

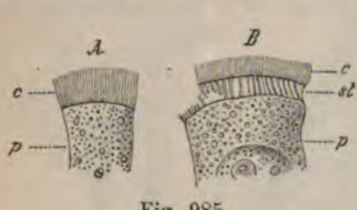


Fig. 985.

Nach *Brettauer* und *Steinach* sollten die Stäbchenorgane am breitesten und deutlichsten bei hungernden Thieren, dagegen schmal und undeutlich während der Resorption sein, eine Angabe die *R. Heidenhain* nicht bestätigen konnte. Dicht unter dem Cuticularsaum befindet sich nach *Zimmermann* (l. c.) regelmässig das Centrosoma der Zelle in Form eines Doppelkornes.

Die Verbindung der Epithelzellen unter einander soll nach neueren Angaben gerade so, wie im Magen (§ 240) durch Intercellularbrücken hergestellt sein; eine Behauptung von deren Richtigkeit ich mich eben so wenig überzeugen konnte, wie beim Magenepithel. Die Seitenflächen der Epithelzellen sind wohl nur durch einen weichen Kitt zusammengehalten, der gegen das freie Ende der Zellen in die etwas festere Substanz der Schlussleisten übergeht, die ihrerseits wieder mit den Cuticularsäumen der Zellen zusammenhängen und dadurch die

Fig. 985. Oberes Ende von Dünndarmepithelzellen vom Salamander nach Behandlung mit 2% NaCl und nachträglicher Behandlung mit Osmiumsäure. Nach *R. Heidenhain*. *A*. *c* Cuticularsaum; *p* Protoplasmakörper der Epithelzelle. In *B* die Stäbchen *st* theilweise aus dem Cuticularsaum herausgezogen, aber noch mit der Zelle in Zusammenhang.

Ablösbarkeit von Cuticularmembranen über viele Zellen hin ermöglichen. Besondere Membranen kommen den Seitenflächen der Epithelzellen nicht zu; doch besitzen diese ein dichteres Ektoplasma, das ohne scharfe Grenze in das weiche Endoplasma übergeht, welches letztere in Wasser etc. stark quillt, während ersteres nur wenig Flüssigkeit aufnimmt und daher wie eine Membran erscheinen kann.

Sehr merkwürdige Bewegungsvorgänge am Stäbchensaum des Darmepithels beim Frosche beschrieb *v. Thanhoffer* (in *Pflüger*'s Arch. Bd. 8), welche jedoch von anderen Untersuchern nicht bestätigt wurden. Die schwer verständliche Struktur der Cuticula der Dünndarmepithelzellen, welche nach der oben gegebenen Darstellung einem Sieb entsprechen würde, dessen Löcher von Fortsätzen der lebenden Zellsubstanz durchsetzt sind, steht jedenfalls mit der resorbirenden Funktion der Epithelzellen in Beziehung; ist aber wohl auch, wie die Cuticulae der Hautepithelien niederer Thiere, eine Schutzvorrichtung gegen das Eindringen schädlicher, corpusculärer Elemente namentlich von Mikroorganismen. Das intakte Darmepithel ist im Leben bakteriendicht, wie neuerdings durch die Versuche von *Austerlitz* und *Landsteiner* (in Sitzber. d. k Akad. in Wien, 107. Bd. S. 33) ausser Zweifel gestellt ist. Ueber die Art wie die Epithelzellen das Fett resorbiren, sind die Ansichten noch immer getheilt. Jedenfalls steht fest, dass wenn überhaupt Neutralfette als solche in Emulsion resorbirt werden, dieselben den Cuticularsaum nur im Zustande feinster Vertheilung, wie *Eimer* hervorhob, niemals als grössere Tropfen passiren können. Für die Resorption der Fette in gelöster Form, hat sich jüngst auch *W. Flemming* (l. c.) sehr entschieden ausgesprochen. Eine merkwürdige Deutung haben die im Zottenepithel oft sehr zahlreichen Leukocyten, welche bisweilen in das Innere der Epithelzellen eindringen, durch *v. Davidoff* erfahren, indem dieser Forscher annahm, dass in den Epithelzellen sogenannte Sekundärkerne entstehen, um welche dann Leukocyten sich bilden, die in die Tiefe wandern. Doch hat diese, besonders von *Stöhr* direkt bekämpfte Annahme nur wenig Anklang gefunden, da die *v. Davidoff* zur Stütze seiner Anschauung vorgeführten thatsächlichen Befunde, in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen an anderen Epithelien, ohne Zwang auch so gedeutet werden können, dass es sich nur um Leukocyten handle, welche aus dem Zottenstroma eingewandert sind. Dass *Schäfer* sowie *Zawarykin* die in das Epithel einwandernden Leukocyten mit der normalen Fettresorption in Zusammenhang bringen und sich vorstellen, die Leukocyten beladen sich im Epithel mit Fetttröpfchen, um sie dann durch das Zottenparenchym bis in die Chylusräume zu verschleppen, wurde schon oben (§ 243) berührt. Während jedoch *Schäfer* die Leukocyten das Fett theils aus den Epithelzellen, theils direkt aus dem Darmlumen aufnehmen lässt, glaubt *Zawarykin* wie *Watney*, dass das Fett zunächst zwischen den Epithelzellen eindringt, letztere aber bei der Fettresorption direkt nicht betheiligt seien, was im Widerspruche mit den Beobachtungen der Mehrzahl der Autoren steht. Ausser der Fettresorption hat man den Leukocyten des Epithels und der Darmschleimhaut noch eine andere wichtige Funktion bei der Aufsaugung zugeschrieben. Fussend auf der Thatsache, dass die Eiweisskörper grösstentheils als Peptone resorbirt werden, jedoch weder in der Darmschleimhaut noch im Blute als solche erscheinen, schloss *Hofmeister* (in Arch. f. experim. Path. u. Pharm. Bd. 19) dass die Leukocyten der Darmwand die Peptone in Eiweiss zurückverwandeln. Da aber, wie *R. Heidenhain* betont, die resorbirten Albuminate grösstentheils direkt in die unter dem Epithel liegenden Blutkapillaren gelangen, so glaubt *A. Oppel*, dass den Leukocyten im Epithel die Aufgabe zukomme, die Rückverwandlung der Peptone in Eiweisskörper zu bewirken. Es ist aber mindestens ebenso wahrscheinlich, dass die Epithelzellen selbst diese Umwandlung vollziehen.

§ 245.

Die Becherzellen.

Die Becherzellen finden sich zerstreut in grösserer oder geringerer Zahl zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen. Sie sind in der Regel ringsum von

den letzteren umgeben, seltener berühren sich zwei oder mehrere Becherzellen unmittelbar (Fig. 981). Während die eigentlichen Epithelzellen eine prismatisch-pyramidale Form besitzen und daher in der Aufsicht Polygone darstellen, zeigen die Becherzellen die Form von Rotationskörpern und erscheinen in der Aufsicht als Kreise. Nur dort, wo zwei Becherzellen direkt aneinander stossen, platten sie sich an der Berührungsstelle gegenseitig ab. In der Profilansicht zeigen sie einen schmalen basalen Theil, welcher den Kern enthält und einen dickeren, bauchigen Theil, welcher nach oben sich wieder verschmälert und nicht selten mit abgerundeter Kuppe zwischen den Cuticularsäumen der Epithelzellen etwas hervorragt. Die Becherzellen zeigen an frischen Präparaten ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen als die Epithelzellen und treten daher bei schwächeren Vergrösserungen als glänzende Gebilde zwischen den blassen Epithelzellen hervor. Bei stärkeren Vergrösserungen erkennt man, dass der starke Glanz auf den

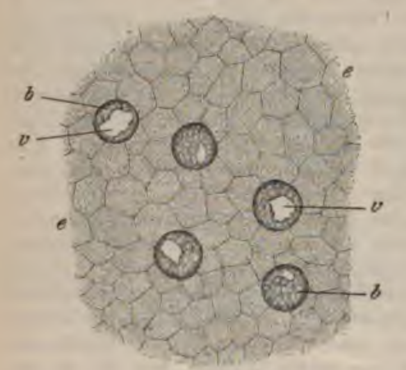


Fig. 986.

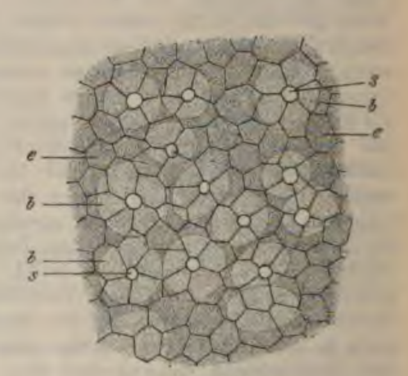


Fig. 987.

oberen bauchigen Theil beschränkt ist, während der den Kern enthaltende basale Abschnitt blass erscheint. In dem glänzenden Theile sieht man eine Zusammensetzung aus Körnern, ähnlich, wie in Schleimzellen und nicht selten lassen ganz frisch ohne Zusatzflüssigkeit untersuchte Präparate in dieser glänzenden Masse grössere oder kleinere, rundliche oder unregelmässige Vakuolen erkennen, welche leicht den täuschenden Eindruck von Oeffnungen machen können (Fig. 986). Die Becherzellen sind ungemein empfindliche Gebilde; die verschiedenartigsten Reagentien bewirken stets eine Veränderung des bauchigen Theiles der Zelle, welche im Wesentlichen darin besteht, dass der Inhalt der Zelle unter Quellung in eine schleimige, fädig gerinnende Masse umgewandelt wird, welche aus dem oberen, freien Ende hervorquillt. Solche veränderte Zellen, wie man sie durch Chromsalze, Alkohol, Sublimatgemische etc. erhält und auch isoliren kann, ver-

Fig. 986. Oberflächenansicht des Zottenepithels von der Ratte. Frisch ohne Zusatz. Vergr. 700. *b* Becherzellen; *e* Polygone der Epithelzellen in der Aufsicht; *v* Vakuolen in den Becherzellen.

Fig. 987. Schnitt parallel der Oberfläche einer Zotte. Pikrinsublimat. Vergr. 530. *b* Bauchige Theca der Becherzellen aus der Tiefe durchschimmernd; *e* Polygone der Epithelzellen in der Aufsicht; *s* *Stomata*.

dienen nun erst eigentlich den Namen Becherzellen. Auf sie passt die Beschreibung, welche *Henle* (in Handb. d. Anat. II. Bd. 1866. S. 165) mit den Worten gab: „Sie sind bauchigen Trinkgläsern oder dem Kelch sogenannter Römer ähnlich gestaltet, meist etwas breiter als die Epithelialcylinder, die verengte kreisförmige Mündung gegen die Darmhöhle gerichtet.“ Während die frische lebende Becherzelle stets stärker lichtbrechend erscheint, als die Epithelzelle, ist nun der schleimige, zum Theil ausgeflossene Inhalt der Becherzelle stets durchsichtiger und schwächer lichtbrechend als die Epithelzellen und der kernhaltige Fusstheil der Becherzelle selbst. An der mit Reagentien behandelten Becherzelle kann man an der Oberfläche eine scharfe, kreisrunde Oeffnung, das Stoma (Fig. 987), an der Seitenwand eine Umhüllung, die sogenannte Theca *F. E. Schulze's* unterscheiden. Die Theca ist keine wirkliche Zellmembran, sondern das verdichtete Ektoplasma der Zelle, das keine schleimige Metamorphose erleidet und nach der Basis der Zelle ohne scharfe Grenze in den rein protoplasmatischen Fusstheil der Zelle übergeht. Färbt man Schnitte fixirter Präparate mit schleimfärbenden Mitteln (*Delafield's* Hämatoxylin, Mucikarmin, Muchämatein, Saffranin etc.), so sieht man den Inhalt der Theca, sowie die aus dem Stoma hervorgequollenen Massen mehr weniger intensiv gefärbt und bald von netzartig fädigem, bald von mehr körnigem Ansehen. Diese Thatsachen stehen mit der Funktion der Becherzellen im Zusammenhang. Die Becherzellen sind secernirende Elemente und sie müssen als Drüsenzellen, beziehungsweise als einzellige Drüsen betrachtet werden. Wie wahre Drüsenzellen zeigen nun auch die Becherzellen, je nach ihrem Funktionszustande ein wechselndes Verhalten und wie es in den gemischten Drüsen der Mundhöhle Schwierigkeiten macht, die sekretleeren Schleimzellen von serösen Drüsenzellen zu unterscheiden, so kann eine sekretleere Becherzelle einer gewöhnlichen Epithelzelle sehr ähnlich werden. Dies und der Umstand, dass auch mit Cuticularsaum versehene Epithelzellen bisweilen eine schleimige Umwandlung (Degeneration?) erleiden können, macht es begreiflich, dass die Annahme, die Becherzellen gehen aus gewöhnlichen Epithelzellen hervor, viele Vertreter fand. Doch ist ein sicherer Beweis für diese Annahme nicht vorhanden und *Bizzozero* kam auf Grund seiner Studien über die Regeneration der Darmepithelien, welche weiter unten (§ 246) zu besprechen sind, zu der, wie ich glaube, gut begründeten Ansicht, dass die auf den Zotten vorkommenden Becher- und Epithelzellen Elemente sind, welche unter einander keinerlei genetischen Zusammenhang haben, da sowohl die Becherzellen, als die Epithelzellen bereits als solche differenzirt aus der Tiefe der *Lieberkühn'*schen Drüsenschläuche auf die Zotten emporrücken. Nach dieser Vorstellung, welche sich wesentlich auf den Umstand stützt, dass auf den Zotten nur ganz ausnahmsweise, dagegen regelmässig und in reichlicher Zahl in den *Lieberkühn'*schen Drüsen Zelltheilungen vorkommen, würden in den *Lieberkühn'*schen Drüsen indifferente Zellen vorhanden sein, aus welchen sowohl Becherzellen als Epithelzellen hervorgehen; die einmal als solche differenzirten Zellen würden aber dann zeitlebens ihren Charakter bewahren.

Wie in den Epithelzellen fand *Zimmermann* auch in den Becherzellen ein Centralkörperchen. Dasselbe liegt aber hier nicht oberflächlich, sondern mitten im bauchigen Theil der Zelle und stellt ein einfaches Korn dar.

Die Becherzellen, von *Henle* (1837) zuerst als *Vesiculae limpidae*, von *Gruby* und *Delafond* (1843) als *Epithelium capitatum* beschrieben, von späteren Untersuchern wohl

gesehen, aber in der verschiedensten Weise gedeutet, wurden zuerst von *Leydig* (in Lehrb. d. Histol. 1857, S. 96 und 310) als „Schleimzellen", die den einzelligen Drüsen wirbelloser Thiere vergleichbar seien, erklärt. *F. E. Schulze*, welcher den Namen „Becherzellen" einführte, hat diese Ansicht durch umfassende Untersuchungen (in Arch. f. mikr. Anat. 3. Bd. 1867) der Haut und der Schleimhäute der Wirbelthiere eingehender begründet und gegenwärtig zweifelt wohl Niemand, dass die Becherzellen in der That secernirende Zellen sind. Ueber die Natur des Sekretes ist durch die Farbenreaktionen sicher, dass dasselbe Schleim enthält, seine sonstigen Bestandtheile sind jedoch nicht näher bekannt. Die Becherzellen des Dünndarmes haben manche Aehnlichkeit mit den Epithelzellen der Magenoberfläche; doch sind sie von denselben wesentlich verschieden. Die Aehnlichkeit beschränkt sich darauf, dass beide absondernde Epithelzellen sind, welche Schleim in ihrem Sekrete enthalten, das aber in dem einen und dem anderen Falle nicht identisch ist. Morphologisch zeigen sowohl die Magenepithelzellen als die Becherzellen das Uebereinstimmende, dass sie durch Reagentien in Folge von Veränderung der Sekretstoffe eine Oeffnung (Stoma) an der Oberfläche und eine Theca an der Seitenfläche erhalten, welche in dieser Art den lebenden Zellen nicht zukommen. Ein „Platzen" der Zellen kommt im Leben weder in dem einen noch in dem anderen Falle vor.

Wie bei anderen Drüsenzellen ist auch bei den Becherzellen der Absonderungsprozess wesentlich ein granulärer d. h. die Vorstufen des Sekretes treten in Form von Körnern auf, die allmählich heranwachsen und endlich in fertiges Sekret sich umwandeln, indem sie in Lösung gehen. Ob hiebei nebenher eine Ausscheidung von Wasser in Form von Vakuolen als wesentlicher Vorgang, wie *Ranvier* glaubt, stattfindet, muss dahingestellt bleiben, obwohl das häufige Auftreten von Vakuolen an frisch, ohne Zusatz untersuchten Präparaten dafür zu sprechen scheint. Die an fixirten Becherzellen auftretenden groben Netze sind sicherlich Kunstprodukte, aus nachträglicher Gerinnung des durch die Härtungsflüssigkeiten veränderten körnigen Inhaltes der Becherzellen hervorgegangen. Die natürlichen Körnchen der Becherzellen lassen sich, wenn dieselben der Reife nahe sind, durch kein Mittel fixiren; an nicht sekretreifen Zellen kann durch Pikrinsäure (*Paneth*) und Sublimat (*O. Jelinek*), wenn nachträgliche Wasserbehandlung vermieden wird, die körnige Struktur erhalten werden. Zellen, welche den Becherzellen der Dünndarmschleimhaut ähnlich sind, finden sich auch in anderen Schleimhäuten, so insbesondere im Respirationstrakte, in den Ausführungsgängen von Drüsen der Mundhöhle und des Schlundes; bei Fischen, Amphibien und Reptilien in der ganzen Mundhöhle und in der Speiseröhre, bei Fischen aber auch in der Haut im geschichteten Pflasterepithele. Doch sind die Becherzellen an diesen so verschiedenen Fundorten keineswegs in allen Punkten identisch mit jenen des Dünndarmes; die Becherzellen des Dünndarmes haben aber zuerst eingehendere Aufmerksamkeit erregt und an sie knüpft sich eine sehr umfängliche Litteratur. Die wahre Natur der Becherzellen als Drüsenzellen wurde aber bei den einseitig auf den Darm gerichteten Untersuchungen nicht erkannt; erst die vergleichend histologischen Untersuchungen haben hier Licht gebracht. Es ist lehrreich die allmähliche Entwicklung der Vorstellungen über die Becherzellen der Zotten zu verfolgen. Da die Zotten der Resorption dienen, brachte man die Becherzellen damit in Beziehung. Der starke, fettartige Glanz der frischen Becherzellen führte dazu, sie für mit Fett erfüllte Epithelzellen zu halten und die älteren Angaben über die Fett resorbirende Thätigkeit der Epithelzellen sind deshalb zum Theile auf die Becherzellen zu beziehen. In der mikroskopischen Anatomie (Bd. II, 2. S. 168) bildet *Koelliker* eine frische Zotte mit Becherzellen sehr naturgetreu ab, die stark glänzenden Sekretmassen sind jedoch als Fetttropfen und die Vakuolen als scheinbare Oeffnungen der Zellen erklärt. *Donders* (Physiologie) betrachtete den stark brechenden Inhalt der Becherzellen als Epithelialkerne, die dann durch Platzen der Zelle an die Oberfläche treten und *Koelliker* (Gewebelehre III. Aufl.), der sich dieser Auffassung anschloss, glaubte, dass es sich um eine Abstossung des einen Zellenrandes mit darauffolgender Regeneration des Restes handle. War so die Vorstellung begründet, dass die Becherzellen nicht resorbiren, sondern etwas ausscheiden, so blieb doch der Gedanke bestehen, dass dieselben durch einen eigenthümlichen Vorgang aus gewöhnlichen Epithelzellen hervorgehen. Dass es sich um einzellige Drüsen handle, wurde erst durch die Aehnlichkeit der Becherzellen mit Schleim absondernden Zellen, wie sie in der Haut der

Mollusken und Fische u. s. w. sich finden, von *Leydig*, *F. E. Schulze* und *Koelliker* (V. Aufl.), der die Becherzellen als Drüsenzellen des Epithels bezeichnete, erkannt. Doch dauerte es noch lange ehe diese Anschauung allgemein wurde. Viele Beobachter, wie *Stricker* und *Lipsky*, *Dönitz*, *Erdmann*, *Sachs* und *Fles* betrachteten die Becherzellen als postmortal und durch die Reagentien auftretende Kunstprodukte, eine Meinung, welche wohl nur durch das gänzlich verschiedene Aussehen der lebenden und der durch Reagentien veränderten Becherzellen sich begreifen lässt, wie *Eimer* (in *Virchow*'s Arch. Bd. 42) ausführlich darlegte, der in sehr entschiedener Weise die Behauptung widerlegte, als könnten durch Reagentien aus beliebigen Cylinderzellen des Darmes Becherzellen erzeugt werden, während sie im lebenden Objekte fehlen sollten. Um dieselbe Zeit, in welcher in der zweiten Hälfte des sechsten Decenniums dieses Jahrhunderts der Streit über die angebliche Umwandlung oder Nichtumwandlung der typischen Epithelzellen in Becherzellen am heftigsten geführt wurde, brachte *Letzerich* wieder die bereits verlassene und unhaltbare Vorstellung, die Becherzellen hätten mit der Resorption etwas zu thun, neuerdings vor und erklärte die Becherzellen als Resorptionsorgane. *Letzerich* beschrieb die Becherzellen als „Vakuolen“ die keine Zellen sein sollten, sondern hohle birn- oder schlauchförmige Bläschen, die an ihrem unteren Ende in einen schmalen Schlauch übergehen, der mit anderen solchen Schläuchen ein Röhrennetz bilden sollte, das mit dem centralen Chylusgefässe zusammenhänge. Die Irrthümlichkeit dieser Auffassung wurde bald erkannt, da ja die Zellennatur der „Vakuolen“ leicht nachzuweisen ist und ebensowenig, als bei den gewöhnlichen Epithelzellen, ein Zusammenhang des unteren Endes der Becherzellen mit dem Zottenstroma festgestellt werden konnte. Eine ganz andere Deutung, welche sich an die von *Donders* und *Koelliker* zuerst aufgestellte Ansicht, dass die Becherzellen kernhaltige Theile abschnüren, anlehnte, vertrat *Eimer* (*Virchow*'s Arch. Bd. XXXVIII) indem er die Becherzellen als Bildungsstätte von Schleim- und Eiterkörperchen betrachtete, welche dann ausgestossen werden sollten. Da das Zottenepithel stets, manchmal sehr reichlich Leukocyten enthält, die wie *Stöhr* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 33) nachweist mitunter Eindrücke und Gruben in den Epithelzellen bewirken, welche mit Becherzellen verwechselt werden können, erklärt sich der Versuch die Leukocyten des Epithels und die Becherzellen in einen genetischen Zusammenhang zu bringen. Die späteren Untersucher erkennen fast alle die Becherzellen als Schleim secernirende Zellen an, doch gilt bis heute die Frage noch nicht als völlig entschieden, ob die Becherzellen selbstständige Bildungen sind, oder ob sie aus gewöhnlichen Epithelzellen hervorgehen. Für die letztere Ansicht scheint insbesondere die Thatsache zu sprechen, dass die Becherzellen der Zotten in regelloser Anordnung zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen bald spärlich, bald zahlreich sich finden. In ein neues Stadium gelangte diese Frage durch die Untersuchungen *Bizzozero*'s über die Regeneration der Epithelien des Darmrohres, welche zu dem Resultate führten, dass auf den Zotten mitotische Zelltheilungen nicht vorkommen, dagegen in reichlichem Maasse in den *Lieberkühn*'schen Krypten. Daraus ist zu schliessen, dass ähnlich, wie die Regeneration des Magenepitheles vom Halse der Drüsen aus, die Regeneration des Zottenepitheles von den *Lieberkühn*'schen Drüsen her erfolgt, indem die Zellen aus diesen Drüsen auf die Zotten emporrücken. Damit wäre die Frage der Entwicklung der Becherzellen nur durch das Studium der Vorgänge in den *Lieberkühn*'schen Drüsen, nicht aber durch die Untersuchung des Zottenepitheles selbst zu lösen, welches letztere bereits fertige, einer weiteren Differenzirung nicht mehr fähige Elemente, einerseits die Epithelzellen mit Cuticularsaum, anderseits die Becherzellen enthalten würde. Trotz der äusserst sorgfältigen, umfassenden, auf breiter vergleichend histologischer Basis durchgeführten Untersuchungen hat die Theorie *Bizzozero*'s sich noch nicht allgemeine Anerkennung erringen können, da ja die Vorstellung, dass die Epithelzellen aus tiefen Buchten der Schleimhaut allmählich auf der Oberfläche der Basalmembran bis zu den Spitzen der Zotten oder Falten der Schleimhaut empor geschoben werden, mit der bisher allgemein und als selbstverständlich festgehaltenen Meinung, welcher zufolge die Epithelien eine auf ihrer Unterlage unverrückbar ruhende Deckschicht bilden, in Widerspruch steht. Indessen wird man sich mit dem Fremdartigen dieser Vorstellung leichter befreunden, wenn man sich überlegt, dass unter normalen Verhältnissen die Verschiebung der Epithelzellen eine ganz langsame sein kann und nur nach grösseren Epithelverlusten eine relativ rasche werden

muss. Bezüglich des feineren Baues der Becherzellen wurden namentlich von *Schiefferdecker* und *H. List* die durch die Einwirkung von Reagentien entstehenden groben Netze als natürliche Struktur (Filarmasse) angesehen, während dieselben, wie aus dem Vergleiche mit lebenden Becherzellen hervorgeht, sicherlich nur durch die Reagentien bedingte Gerinnungsformen des veränderten Inhaltes der Zellen sind. Die lebende Becherzelle enthält zweifellos dicht gedrängte, relativ grosse Körnchen, die jedoch sehr empfindlich sind und durch Fixirungsmittel in der Regel nicht konservirt werden. Dies gilt insbesondere von den mit Sekretstoffen geladenen Zellen; in früheren Stadien der Bildung sind die Körnchen widerstandsfähiger und lassen sich durch Pikrinsäure und Sublimat fixiren. Ob die Grundmasse, welche die Körnchen enthält und welche, wenn man die Körnchen sich weg denkt, einen wabigen Bau haben müsste, noch eine feinere Struktur, etwa einen netzartigen oder fädigen Bau besitzt ist an der lebenden Zelle nicht zu erkennen. Wie die Sekretion vor sich geht, lässt sich an den Becherzellen des Darmes nicht direkt sehen, doch ist nach der Analogie mit den Becherzellen in der Haut der Forellenembryonen, an welchen sich der Sekretionsprozess am lebenden Objekte beobachten lässt (siehe S. 42), sehr wahrscheinlich, dass die Körnchen sich in flüssiges Sekret umwandeln. Ob die an frisch untersuchten Darmpräparaten in den Becherzellen so häufig vorkommenden Vakuolen als normale mit der Sekretion in Beziehung stehende Vorkommnisse oder als Folgen der Präparation aufzufassen sind, muss dahingestellt bleiben; doch scheint mir das letztere wahrscheinlicher. Die Sekretion erfolgt am freien Ende der Zelle, wobei letztere in Form eines Pfropfes über die umgebenden Epithelzellen hervorragen kann; doch ist die Pfropfbildung, wie *Merk* wenigstens für die Forellenembryonen nachwies, kein wesentlicher Vorgang, da das Sekret auch aus Zellen hervorströmen kann, welche durchaus nicht über das Niveau der Umgebung hervorragen.

Ein Stoma existirt eigentlich an der lebenden Becherzelle nicht, da der sekretbildende Theil bis an die Oberfläche reicht, ohne von der Theca sich abzugrenzen. Erst wenn in Folge von Reagenswirkungen der Inhalt der Becherzelle zerflossen ist, erscheint an der Oberfläche eine Oeffnung, ein Stoma, da hier die Theca d. h. jener periphere Theil der Zelle, der nicht sekretbildend ist und eine Art seitlicher Membran darstellt, fehlt. Die Becherzellen verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich, wie das Oberflächenepithel des Magens, dessen Zellen im frischen Zustande ebensowenig oben offen sind, als die Becherzellen, vielmehr mit ihrem Sekret bildenden Antheile bis an das freie Ende reichen, während derselbe seitlich und um den Kern von einem protoplastischen Zellentheil begrenzt wird, der ohne scharfe Grenze in den sekretbildenden Antheil übergeht und erst an den durch Reagentien veränderten Zellen deutlich hervortritt. Von einigen Forschern (*Knauff, Fries, R. Heidenhain* [1868], *Eimer, Steinhaus*) wurde angenommen, dass die Becherzellen, wenn sie ihren Inhalt entleert haben, zu Grunde gehen, doch liegen hiefür keinerlei Beweise vor; es ist vielmehr, im Sinne der Mehrzahl der Autoren, anzunehmen, dass die Becherzellen ebenso wie die Zellen der Schleim- und Eiweissdrüsen Elemente sind, welche wiederholt absondern, da man im Bereiche der Zotten, wie schon erwähnt, keine Vorgänge von mitotischer Zelltheilung findet und die von älteren Beobachtern angenommenen sogenannten Ersatzzellen des Epithels nichts als eingewanderte Leukocyten sind, aus welchen weder Epithel- noch Becherzellen hervorgehen. Die sonderbaren Angaben, welche *Steinhaus* (in Arch. f. Anat. u Phys. Phys. Abth. 1888) über die Bildung der Becherzellen im Darme des Salamanders machte, welchen zufolge der Kern der Zelle sich schleimig metamorphosiren sollte, während die Kernmembran zur Theca werde, worauf die Zelle zu Grunde gehe, wenn sie nicht einen zweiten Kern habe, beruhen sicherlich auf einer Täuschung und fanden keine Bestätigung. Die Veränderungen, welche die Becherzellen in Folge starker Sekretion nach Pilokarpin- und Atropinwirkung erleiden, wurden vorzüglich an den Drüsen des Dickdarmes untersucht und muss daher auf diese verwiesen werden (§ 248). *Majewski* (in Intern. Monatschr. Anat. Phys. Bd. XI), welcher die Veränderungen der Becherzellen nach Pilokarpinwirkung auch im Dünndarme verfolgte, glaubt an die Umwandlung gewöhnlicher Epithelzellen in Becherzellen, ohne jedoch haltbare Beweise für diese Ansicht vorzubringen.

§ 246.

Drüsen des Dünndarmes. Der Dünndarm enthält nur zweierlei wirkliche Drüsen, nämlich 1. einfach schlauchförmige, die überall in der Schleimhaut selbst ihren Sitz haben, und 2. zusammengesetzte schlauchförmige, tubulo-acinöse im submukösen Gewebe des *Duodenum*.

Die einfach schlauchförmigen Darmdrüsen oder *Lieberkühn*'schen Drüsen (*Gl. intestinales Lieberkühnianae s. cryptae mucosae*) finden sich über den ganzen Dünndarm und Zwölffingerdarm verbreitet als sehr zahlreiche, gerade und enge, durch die ganze Dicke der Mucosa sich erstreckende, am Ende leicht angeschwollene, sehr selten gabelig gespaltene Schläuche (bei Thieren sind dieselben häufig zwei- und dreigetheilt). Ueber ihre Menge erhält man am besten einen Begriff, wenn man die Schleimhaut bei schwächeren Vergrösserungen auf senkrechten Durchschnitten oder von oben betrachtet. Im erstern Falle sieht man Schlauch an Schlauch, fast ohne Zwischenraum wie Pfähle dicht aneinander stehen, im letztern nimmt man wahr, dass die Drüsen denn doch nicht überall sich finden, sondern nur die Zwischenräume zwischen den Zotten einnehmen, hier aber allerdings in solcher Zahl vorhanden sind, dass sie so zu sagen keinen weitern Raum übrig lassen und die Schleimhautoberfläche zwischen den Zotten siebförmig durchlöchert aussieht (Fig. 971). Selbst auf den *Peyer*schen Platten und den solitären Follikeln finden sich noch solche Drüsen, nur lassen sie hier beim Menschen die Theile der Mucosa, die unmittelbar über der Mitte der Follikel sich finden, frei und stehen daher mehr in Form von Ringen um die Follikel herum. Die Länge der *Lieberkühn*'schen Drüsen ist gleich der Dicke der Schleimhaut und wechselt von 450—320 μ, ihre Breite von 63 bis 80 μ; die Mündung beträgt 45—67 μ. Dieselben bestehen aus einer zarten gleichartigen *Membrana propria* und einem cylindrischen, auch während der Chylusbildung nie fetthaltigen Epithel, ähnlich demjenigen der Zotten, das im Leben deutlich eine mit heller, flüssiger Ausscheidung, dem sogenannten Darmsafte, gefüllte Höhlung umschliesst, im Tode jedoch und bei Zusatz von Wasser ungemein leicht sich verändert, so dass die Drüsen mit Zellen oder einer körnigen Masse ganz gefüllt scheinen.

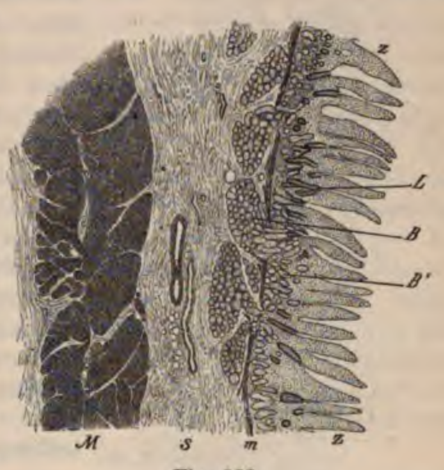


Fig. 988.

Wie *Donders* zuerst sah, *Letzerich* und *F. E. Schulze* genauer feststellten, finden sich in den Darmdrüsen wie auf den Zotten Becherzellen.

Fig. 988. Vertikaler Längsschnitt vom oberen Querstücke des *Duodenum*. Vergr. 17. *L Lieberkühn*'sche, *B Brunner*'sche Drüsen der *Submucosa*, *B'* der *Mucosa*; *M Tunica muscularis*; *m Muscularis mucosae*; *s Submucosa*; *z* Zotten.

Der feinere Bau des Epithels zeigt jedoch trotz der Aehnlichkeit mit jenem der Zotten einige Eigenthümlichkeiten, die sich theilweise, soweit es sich um die Gestalt handelt, aus der Form der von den Epithelzellen bedeckten Flächen erklären. Während die Epithelzellen der Zotten im Allgemeinen abgestutzte Pyramiden darstellen, deren Basis gegen die Oberfläche gewendet ist, müssen die Epithelzellen der Drüsen, da sie einen schlauchförmigen Hohlraum auskleiden, umgekehrt ihre abgestutzte Spitze der Oberfläche, die breitere Basis der *Membrana propria* zuwenden. Die Höhe der Zellen ist eine geringere als auf den Zotten und beträgt in der Mitte der Drüsen nur ungefähr die Hälfte der Höhe der Zellen an der Zottenspitze. Nach *J. Schaffer* beträgt die Höhe des Zottenepitheles beim Menschen im Mittel 30—31 μ, jene des Drüsenepithels 18,7 μ. Doch erfolgt der Uebergang ganz allmählich ohne plötzliche Höhenabnahme der Zellen. Der Cuticularsaum, welcher die Epithelzellen der Zotte bedeckt, lässt sich, allmählich undeutlicher werdend, auch noch in den oberen Theilen der Drüsen erkennen; doch nicht mehr im Grunde der Drüsen. Die im Vergleiche mit den Dickdarmdrüsen in den Drüsen des Dünndarmes nicht sehr zahlreichen Becherzellen sind ebenfalls niedriger als auf den Zotten, namentlich erscheint der den Kern enthaltende basale Theil sehr kurz. An fixirten Präparaten färbt sich der schleimige Inhalt der Theca der Becherzellen weniger intensiv als in den Becherzellen der Zotten (*Bizzozero*). Im Grunde der Dünndarmdrüsen finden sich eigenthümliche, sowohl von den Epithelzellen, als von den Becherzellen verschiedene Zellen, welche *Paneth* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 31. Bd.) entdeckte und welche am frischen Objekte durch zahlreiche glänzende, vorzüglich den äusseren Theil der Zelle erfüllenden Körnchen ausgezeichnet sind. Im Gegensatze zu den Körnchen der Becherzellen lassen sich die Körnchen der *Paneth*'schen Zellen leichter fixiren, erhalten sich in Wasser, Kalilauge und Osmiumsäure, nicht aber in Alkohol und verdünnten Mineralsäuren. Die Bedeutung dieser Zellen ist strittig. Während *Paneth*, *Nicolas* und *Oppel* sie als Drüsenzellen besonderer Art betrachten, hält sie *Bizzozero* für Entwicklungsstadien von Becherzellen, da er zwischen diesen und den *Paneth*'schen Körnerzellen alle möglichen Uebergangsformen findet. Eine wichtige Eigenthümlichkeit der Zellen der *Lieberkühn*'schen Drüsen ist, dass sie verhältnissmässig häufige, mitotische Theilungen zeigen und

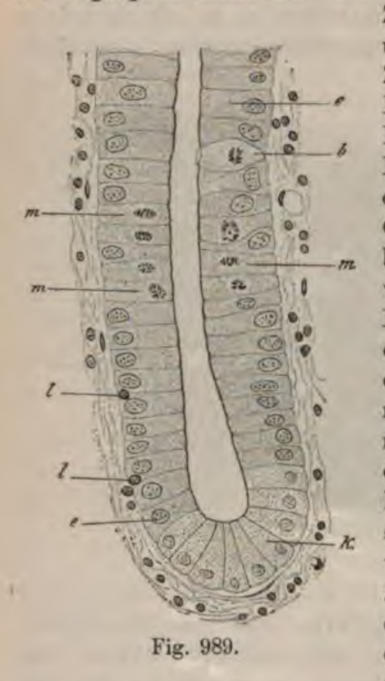


Fig. 989.

Fig. 989. Das blinde Ende einer *Lieberkühn*'schen Krypte im senkrechten Durchschnitte. Vom Hingerichteten *Schneider*. *Hermann*'s Fl., Saffranin. Vergr. 530. *b* Becherzelle mit Mitose; *e e* Epithelzellen; *k Paneth*'sche Körnerzellen; *l l* Leukocyten im Epithele; *m* Epithelzellen mit Mitosen.

zwar nicht nur bei Thieren, sondern auch beim erwachsenen Menschen, während solche im Zottenepithel in der Regel gänzlich fehlen. Die Mitosen finden sich beim Menschen am zahlreichsten im unteren Theile der Drüsen und am Drüseneingang, weniger häufig am Fundus selbst (*J. Schaffer*). Die sich theilenden Kerne rücken aus der Reihe der ruhenden gegen das freie Zellenende vor (Fig. 989); eine Erscheinung, welche während der Embryonalentwicklung an allen Cylinderepithelien zu beobachten ist. Da auf den Zotten Mitosen fehlen und die Epithel- und Becherzellen der Drüsen ganz allmähliche Uebergänge zu jenen der Zotten zeigen, so ist die von *Bizzozero* eingehend begründete Annahme, dass die Zottenepithelien von den Darmdrüsen regenerirt werden, indem die Zellen allmählich emporrücken, sehr wahrscheinlich. Mitosen finden sich in den Drüsen sowohl in den Epithelzellen, als in den Becherzellen, d. h. in Zellen, welche bereits an beschränkten Stellen einen schleimigen Inhalt haben; es ist daher auch anzunehmen, dass die Becherzellen bereits als solche auf die Zotten gelangen und nicht erst an Ort und Stelle aus gewöhnlichen Epithelzellen hervorgehen. In den Drüsen selbst wären aber die indifferenten Zellen vorhanden, aus welchen einerseits Epithelzellen mit Cuticularsaum, anderseits Becherzellen hervorgehen. Dass die *Paneth*'schen Körnerzellen ebenfalls in den Entwicklungskreis der Becherzellen gehören, ist unwahrscheinlich, weil im Drüsengrunde Mitosen in der Regel fehlen. Es scheint mir viel näher liegend, dass ähnlich, wie im Halse der Magendrüsen eine Zone indifferenter Zellen existirt (S. 168), aus welchen einerseits nach der Oberfläche der Schleimhaut das Magenepithel, andererseits gegen den Drüsengrund die specifischen Drüsenzellen sich regeneriren, auch in den *Lieberkühn*'schen Drüsen einerseits nach aufwärts die epitheliale Bedeckung der Zotten, anderseits nach der Tiefe specifische Drüsenzellen, die *Paneth*'schen Körnerzellen sich ausbilden.

Wie in dem Zottenepithel finden sich auch im Epithel der *Lieberkühn*'schen Drüsen wandernde Leukocyten. An der Resorption scheinen sich die *Lieberkühn*'schen Drüsen nicht zu betheiligen, da während der Fettresorption wohl die Epithelzellen der Zotten, niemals aber jene der Drüsen Fetttröpfchen enthalten.

Die Gefässe der *Lieberkühn*'schen Drüsen verhalten sich ähnlich wie jene des Magens. Um die Schläuche herum zieht sich ein feines Kapillarnetz mit Gefässen von 6,7 μ in die Höhe, das an der Oberfläche der Schleimhaut in ein zierliches, vieleckiges Netz etwas weiterer (von 22 μ) Gefässe übergeht, das theils mit den Kapillaren der Darmzotten zusammenhängt, theils unmittelbar in Venen sich fortsetzt, die die Schleimhaut geradenweges durchbohren, nachdem sie vorher noch mit denen der Zotten zusammengemündet haben.

Die schlauchförmigen Darmdrüsen wurden von *Malpighi* gesehen und von *Galeati* (1731) schon vor *Lieberkühn* genauer beschrieben, weshalb *Bizzozero* sie *Galeati*'sche Drüsen nennt. Die *Lieberkühn*'schen Drüsen finden sich in allgemeiner Verbreitung nur bei den Vögeln und Säugethieren; bei den Amphibien und Reptilien fehlen in der Regel eigentliche Drüsen, an deren Stelle in der Tiefe der Darmfalten Knospen oder Nester von Epithelzellen mit reichlichen Mitosen, ähnlich wie in den *Lieberkühn*schen Drüsen der Säuger, vorkommen. Doch fehlen diesen Epithelknospen in der Regel Lichtungen. Bei den Urodelen zeigt die Darmschleimhaut netzartig verbundene Fältchen; die zwischen diesen Fältchen liegenden Grübchen sind öfter als Drüsen bezeichnet worden. Beim Krokodile finden sich in dem auf den Magen folgenden Darmabschnitte

lange, tubulöse Darmdrüsen, die sich aber nach dem Mitteldarme bald verlieren. Die *Lieberkühn*'schen Drüsen der Säugethiere zeigen mannigfaltige Verschiedenheiten. Nicht selten sind sie, wie z. B. beim Schweine, Rinde, Kaninchen, ein- oder mehrfach getheilt und namentlich beim Schweine mehr entwickelt als beim Menschen. Eigenthümliche Verhältnisse beschreibt *Oppel* vom Ornithorhynchus. Hier münden die *Lieberkühn*'schen Drüsen je in grosser Zahl in weite Räume, aus welchen kurze, von einem eigenthümlichen niedrigen Epithele ausgekleidete Kanäle, die *Oppel* als Mündungsringe bezeichnet, an die Oberfläche führen.

Solche Befunde zeigen, wie *Oppel* hervorhebt, dass die *Lieberkühn*'schen Dünndarmdrüsen jedenfalls nicht bei allen Thieren nur als Regenerationsherde für die Darmepithelien betrachtet werden dürfen, wie dies *Bizzozero* annimmt.

Wenn auch, wie oben auseinandergesetzt wurde, die zwingende Nothwendigkeit vorliegt die Regeneration der Zottenepithelzellen auf Elemente zurückzuführen, welche nicht auf den Zotten selbst, sondern unterhalb derselben in der Tiefe gelegen sind, so ist doch auch für die placentalen Säugethiere der Beweis nicht erbracht, dass die *Lieberkühn*'schen Drüsen nur Regenerationsorgane für das Darmepithel sind. Die Erkenntniss, dass das Zottenepithel aus der Tiefe der Schleimhautgrübchen sich entwickelt und von unten nach aufwärts rückt, wurde zuerst von *Patzelt* (in Wiener Sitzber. Bd. 86) auf Grund von Untersuchungen der Entwicklung der Dickdarmdrüsen gewonnen. Da jedoch diese Untersuchungen an Material ausgeführt wurden, das in *Müller*'s Flüssigkeit konservirt war, ohne direkten Nachweis von Mitosen, fand diese Angabe wenig Beachtung und erst *Bizzozero* blieb es vorbehalten auf Grund umfassender Untersuchungen den Nachweis zu führen, dass das Darmepithel allgemein von der Tiefe her sich regenerirt. Bei den Säugethieren geschieht dies von den *Lieberkühn*'schen Drüsen aus, bei den niederen Wirbelthieren von in der Tiefe zwischen den Schleimhautfalten gelegenen Epithelknospen. Auch bei Insekten, namentlich bei Hydrophilus, wies *Bizzozero* Epithelknospen nach, von welchen aus das Darmepithel sammt Cuticula sich regenerirt. Muss so die Wanderung der Epithelzellen des Darmes aus der Tiefe von Falten und Gruben auf die Höhe der Falten und Zotten als erwiesen gelten, so folgt daraus doch noch nicht, dass die *Lieberkühn*'schen Drüsen nicht auch eine wirkliche Drüsenfunktion haben können. Insbesondere der tiefe blinde Abschnitt derselben, in welchem die *Paneth*'schen Körnerzellen sich finden, ist kaum mit der Regeneration des Zottenepitheles in Beziehung zu bringen.

Die *Paneth*'schen Körnerzellen sind zuerst von *Paneth* bei der Maus, der Ratte und dem Menschen, was von *J. Schaffer* und *Nicolas* bestätigt wurde, von *R. Heidenhain* beim Meerschweinchen, von *Nicolas* beim Eichhörnchen und der Fledermaus nachgewiesen. *Paneth* und *Nicolas*, ebenso *Oppel* halten diese Körnerzellen für Drüsenzellen besonderer Art und *Nicolas* beschreibt die verschiedenen Funktionsstadien von der Bildung der Körnchen angefangen bis zur Ausstossung derselben. Die entleerten Zellen findet er als schmale, in Osmiumgemischen sich dunkler darstellende Gebilde, welche an die von *Stöhr* (s. § 241) in den Pylorusdrüsen des Hundes beschriebenen schmalen Zellen erinnern. Auch die nach *Nicolas* an den Kernen zu beobachtenden Erscheinungen sprechen für die Auffassung, dass es sich um Sekretionsvorgänge handle. Nimmt man dazu den Umstand, dass die *Paneth*'schen Körnerzellen bei vielen Thieren zu fehlen scheinen — sie sind bei den Raubthieren noch nicht nachgewiesen — und jedenfalls in den Dickdarmdrüsen nicht vorkommen, während Becherzellen in den *Lieberkühn*'schen Drüsen allgemein sich finden, wird die Deutung *Bizzozero*'s, es handle sich um Entwicklungsformen von Becherzellen sehr zweifelhaft, obwohl *Bizzozero* Uebergangsformen zwischen den beiderlei Zellen beschreibt. Beim Pferde enthalten die blinden Enden der *Lieberkühn*'schen Drüsen, oft dicht gedrängt, Zellen, welche der Lage nach den *Paneth*'schen Körnerzellen entsprechen, aber — wenigstens an in *Zenker*'s Flüssigkeit fixirten Präparaten — Becherzellen sehr ähnlich sind und sich auch in Hämatoxylin färben, wenn auch weit weniger intensiv, als die zweifellosen Becherzellen in den höheren Abschnitten der Drüsen und auf den Zotten.

§ 247.

Die *Brunner*'schen Drüsen (*Gl. duodenales*).

Von den *Brunner*'schen Drüsen war bereits im § 241 die Rede und wurde dort die wesentliche Uebereinstimmung des Baues dieser Drüsen mit jenem der Pylorusdrüsen des Magens hervorgehoben. Am Pylorus gehen die Pylorusdrüsen direkt in die *Brunner*'schen Drüsen über. Während jedoch die Pylorusdrüsen ausschliesslich in der eigentlichen Schleimhaut ihren Sitz haben, finden sich die *Brunner*schen Drüsen nur zum kleineren Theil in dieser, neben und unter den *Lieberkühn*'schen Drüsen. Die Hauptmasse der *Brunner*'schen Drüsen ist in der Submucosa knapp unter der Schleimhaut und die *Muscularis mucosae* vielfach durchbrechend (Fig. 990) bis gegen die Muskelhaut und bildet dort, zum Theil deutlich von einander abgegrenzte, rundlich-polygonale, abgeplattete Körperchen von 0,2—3,4 mm, im Mittel 0,5—1 mm Durchmesser, welche in ihrer Form an die Schleimdrüsen der Speiseröhre erinnern, aus vielfach verzweigten, gewundenen und geknickten Schläuchen bestehen, welche zu Ausführungsgängen zusammentreten, die durch die Schleimhaut zur Oberfläche ziehen oder in *Lieberkühn*'sche Drüsen einmünden (Fig. 991). Am zahlreichsten, die Submucosa bis an die Muskelhaut heran fast ganz einnehmend,

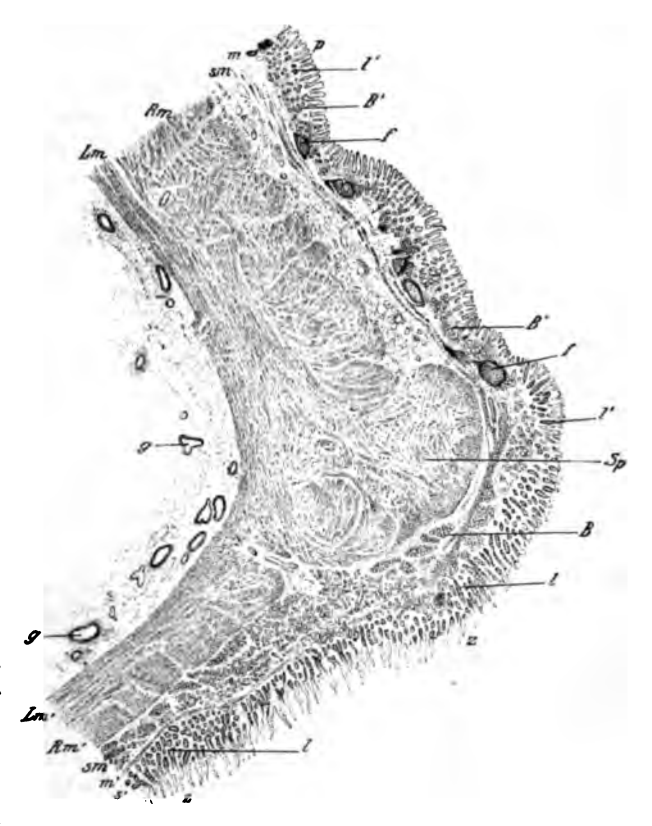


Fig. 990.

Fig. 990. Längsschnitt durch den Uebergang des Pylorus in das Duodenum. Vergr. 5. *B Brunner*'sche Drüsen des Duodenums in der *Submucosa*; *B'* Drüsen der Pylorusschleimhaut; *Lm Lm'* Längsmuskelschichte; *Rm Rm'* Ringmuskelschichte; *Sp Sphincter pylori* mit den einstrahlenden Längsmuskeln; *f* Solitäre Follikel; *g* Gefässe der Serosa; *l* Krypten des Duodenum's; *l'* Zerstreute *Lieberkühn*'sche Krypten des Pylorus; *m m' Muscularis mucosae*; *p* Magengruben; *s s'* Schleimhaut; *sm Submucosa* des Pylorus mit Gefässen *sm'* des Duodenums mit *Brunner*'schen Drüsen; *z* Zotten.

sind die *Brunner*'schen Drüsen am Pylorusringe (Fig. 999). Die grösse Drüsenhaufen sind durch bindegewebige Septen in Läppchen getheilt, ähnl wie die tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle. Weiter hinab gegen das abs gende Stück des Duodenums lassen die Drüsen die tiefere Region der Submuc frei und schmiegen sich dicht an die äussere Fläche der *Muscularis mucosae* (Fig. 98 Unterhalb der Einmündung des Gallenganges werden die Drüsen spärlich u verlieren sich vollständig gegen das Ende des Zwölffingerdarmes. Die Ausfi rungsgänge der Duodenaldrüsen sind weiter als die verzweigten Endschläuc ihre epitheliale Auskleidung ist aber dieselbe. Trotz der Uebereinstimmu welche die Drüsenzellen der *Brunner*'schen und der Pylorusdrüsen zeigen, es bei der grossen Schwierigkeit, auf rein histolo schem Wege specifische Unterschiede von Drüs zellen festzustellen, doch nicht völlig sicher, d die beiderlei Drüsen nur topographisch und ni auch funktionell verschieden sind. Manchmal sche es, dass die beiderlei Drüsen gänzlich verschied seien. An mir vorliegenden, in Sublimat fixirt Präparaten vom Menschen, welche mit Kongo gefä sind, erscheinen die Lichtungen der Pylorusdrüs weit, die Zellen niedrig, dunkel gefärbt; die Li tungen der Duodenaldrüsen dagegen eng, die Zell gross, hell, nur schwach gefärbt. Genauere Unt suchung zeigte aber, dass im Bereiche des Mage in ein und demselben Schlauch einer Pylorusdrü dieselben Differenzen der Zellen vorkommen, wora geschlossen werden darf, dass es sich nur um v schiedene Funktionszustände derselben Zellen hand um so mehr, als an Schnitten vom Magen ein Hingerichteten überall die Zellen der Pylor und der *Brunner*'schen Drüsen sich völlig übereinstimmend gross und h zeigten. Es stehen diese Beobachtungen in Uebereinstimmung mit den von *Hi* und *Grützner* bei Thieren beobachteten Veränderungen. Diese Beobach fanden beim Hunde während des Hungers die Zellen gross und hell, im V dauungszustande klein und getrübt (*Heidenhain* in *Hermann*'s Handb. Phys. Bd. V. S. 163). Frisch untersucht haben die Zellen der *Brunner*'sch Drüsen dasselbe körnige Ansehen wie die Zellen der Pylorusdrüsen. W *Schwalbe* fand, zeigen die isolirten Zellen der *Brunner*'schen Drüsen häu kurze Fortsätze, welche sich an die *Membrana propria* anlegen und sich un benachbarte Zellen einschieben; ein Verhältniss, das auch bei anderen Drüs insbesondere bei den Schleimdrüsen der Mundhöhle vorkommt. Die *Brunne* 'schen Drüsen reagiren aber auf schleimfärbende Tinktionen in der Regel eb so wenig, als die Pylorusdrüsen und stimmen, wie letztere, mit den serösen Drüs darin überein, dass sie, was insbesondere *Golgi*-Präparate lehren, Sekretkap

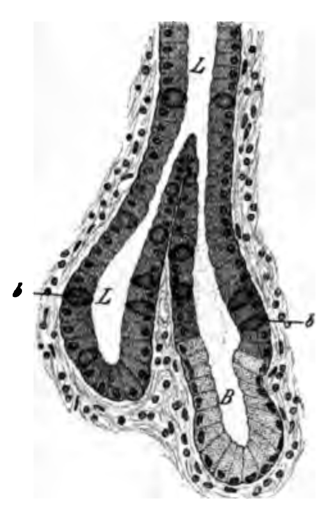


Fig. 991.

Fig. 991. Vertikalschnitt vom oberen Querstücke des *Duodenum*. Vergr. 2 *L Lieberkühn*'sche, *B* Ausführungsgang einer *Brunner*'schen Drüse in eine *Lieberkü* sche einmündend; *b* Becherzellen.

laren besitzen, welche zwischen den Zellen bis gegen die *Membrana propria* vordringen.

Das Verhalten der Blutgefässe in den Duodenaldrüsen ist ähnlich wie bei den tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle. Die Nerven, von *Drasch* beim Kaninchen genauer untersucht, stammen aus dem *Meissner*'schen Plexus und bilden an der Oberfläche der Drüsen mitunter schalenartige Verbreiterungen. Im Innern der Drüsen verlaufen die Nerven mit den Gefässen, treten an die Oberfläche der Drüsenschläuche, auf welcher sie sehr feine Geflechte bilden.

Die Duodenaldrüsen, von *Brunner* 1688 zuerst beschrieben, finden sich nur bei den Säugethieren, bei diesen aber allgemein; auch bei den Monotremen, deren drüsenloser Magen mit geschichtetem Pflasterepithele ausgekleidet ist. Stets sind die Drüsen am zahlreichsten am Pylorusringe und reichen bei vielen Thieren nicht unter die Mündung des Gallenganges nach abwärts (Raubthiere, Igel). Bei anderen Thieren werden sie aber, ähnlich wie beim Menschen, auch noch unterhalb der Mündung des Gallenganges gefunden (Pferd, Rind, Schwein, Kaninchen). Beim Kaninchen glaubte *Schwalbe* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. VIII) neben den *Brunner*'schen Drüsen andere Drüsen, welche im Baue mit dem *Pankreas* (s. § 254) übereinstimmen, gefunden zu haben. In der That sieht man bei diesen Thieren in der *Submucosa* neben Drüsen mit relativ hellen Zellen, solche, deren Zellen an ihrer, der Schlauchlichtung zugewendeten Seite mit dunklen Körnchen erfüllt sind, während das der *Membrana propria* zugewendete Zellenende mehr durchsichtig erscheint. Dadurch sind diese Zellen den Pankreaszellen allerdings sehr ähnlich und es waren zu der Zeit, als *Schwalbe* seine Untersuchungen anstellte keine anderen Drüsenzellen bekannt, welche diese Eigenthümlichkeit zeigen. Seitdem wurde aber dieselbe an einer Reihe von Drüsen (Parotis, seröse Drüsen der Zunge, Pylorusdrüsen etc.) beobachtet. Es ist dieses Verhalten der Drüsenzellen daher kein hinreichender Grund um sie mit jenen der Bauchspeicheldrüse als übereinstimmend zu erklären. In der That haben spätere Untersucher (*Bentkowsky*, *Dekhuyzen*, *Kuczynski*) dem Befunde *Schwalbe*'s die Deutung gegeben, dass es sich nicht um zweierlei Drüsen, sondern nur um verschiedene Funktionszustände derselben Drüsenart handle. *Kuczynski* (in Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. 7. Bd.) hebt insbesondere hervor, dass in demselben Drüsenschlauche Zellen, welche den Pankreaszellen ähnlich sind, neben solchen, die dem gewöhnlichen Verhalten der Zellen *Brunner*'scher Drüsen entsprechen, vorkommen. Die Aehnlichkeit mit dem *Pankreas* beschränkt sich also auf einen keineswegs massgebenden Umstand; die für das *Pankreas* charakteristischen Struktureigenthümlichkeiten, die langen schmalen Schaltstücke und die centroacinären Zellen, fehlen, wie ich finde, vollständig. Immerhin ist das Verhalten der Duodenaldrüsen des Kaninchen eigenthümlich und so wenig als man anzunehmen berechtigt ist, dass die Magensaft- und Pylorusdrüsen verschiedener Thiere mit einander völlig übereinstimmen, ist dies bei den *Brunner*'schen Drüsen der Fall.

Koelliker (Mikr. Anat. II, 2 S. 173 und 5. Aufl. d. Handb.) hielt die *Brunner*schen Drüsen für gewöhnliche Schleimdrüsen, welche mit jenen der Mundhöhle und der Speiseröhre übereinstimmen. Dass die Duodenaldrüsen die direkte Fortsetzung der Pylorusdrüsen darstellen, wurde zuerst von *A. Werber* (1865) betont, für die histologische Gleichheit der beiderlei Drüsen hat sich am entschiedensten *Schiefferdecker* ausgesprochen. Wie die Zellen der Pylorusdrüsen färben sich auch die der Duodenaldrüsen gewöhnlich nicht mit Schleimfärbemitteln; doch liegen mir Präparate vom unteren Theile des Zwölffingerdarmes vom Pferde vor, an welchen ein kleiner Theil der Drüsen eine deutliche Färbung in *Delafield*'s Hämatoxylin angenommen hat. Beim Menschen färben sich die *Brunner*'schen Drüsen nicht in *Delafield*'s Hämatoxylin, in Mucikarmin und Muchämatin, sie nehmen auch keine Gelbfärbung in Saffranin an. Nur in Vesuvin werden sie schwach braun, während sich die Becherzellen der *Lieberkühn*'schen Drüsen tief braun, die Epithelzellen derselben jedoch gar nicht färben (*J. Schaffer*). Die physiologischen Versuche *Grützner*'s (in *Pflüger*'s Arch. Bd. 7) ergeben, dass aus den *Brunner*'schen Drüsen ein pepsinreicher Glycerinauszug gewonnen werden kann. Dies ist eine wesentliche Stütze für die Annahme der Uebereinstimmung der Duodenaldrüsen

mit den Pylorusdrüsen. Das Vorkommen eines diastatischen Fermentes in den *Brunner*schen Drüsen, das zuerst von *Middeldorpff* behauptet, später von *Budge* und *Krolow* bestätigt wurde, wird von *Grützner* (in *Pflüger's* Arch. Bd. 12) in Abrede gestellt.

§ 248.

Lymphknötchen oder geschlossene Follikel (*Noduli lymphatici*) finden sich in den Wänden des Dünndarmes einzeln (*N. l. solitarii*) oder in Haufen (*N. l. aggregati*).

Die letzteren, als *Peyer*'sche Haufen, Platten oder Plaques, *Agmina Peyeri* (*Peyer*'sche oder Haufendrüsen, *Glandulae Peyerianae s. agminatae*) bekannt (Figg. 992, 993, 997), stellen meist länglichrunde oder rundliche, abgeplattete, ohne Ausnahme am freien, der Anheftung des Mesenterium abgewendeten Darmrande der Länge nach verlaufende Organe dar, die am deutlichsten von innen als nicht ganz scharf umschriebene, leicht vertiefte und kahlere Flecken sich zeigen, aber auch von aussen an einer kleinen Wölbung der Darmwand zu erkennen sind und bei durchfallendem Lichte als dunklere Stellen sich kund geben. Der Sitz dieser Haufen ist in den meisten Fällen der Krummdarm, *Ileum*, doch finden sie sich auch gar nicht selten im unteren Theile des *Jejunum*, hie und da selbst in der oberen Hälfte desselben bis nahe ans *Duodenum* und sogar in der *Pars horizontalis inferior duodeni* (*Middeldorpff*, *Koelliker*). In gewöhnlichen Fällen ist ihre Zahl 20—30, da, wo sie auch höher sich finden, steigt dieselbe jedoch bis 50 und 60, immer aber stehen sie im untersten Theile des *Ileum* am dichtesten. Die Grösse der einzelnen Haufen wird, je mehr man dem *Coecum* sich nähert, in der Regel um so bedeutender, und beträgt die Länge meist von 1—4 cm, kann aber auch nur 6,5 mm sein oder zu 8—13, selbst 30 cm steigen, während die Breite 6—11—20 mm misst. Die *Kerkring*'schen Falten sind da, wo die Haufen liegen, gewöhnlich unterbrochen, doch findet man im *Jejunum* die Falten auch auf den *Peyer*'schen Haufen, und im *Ileum* statt derselben häufig Reihen dichter stehender Zotten.

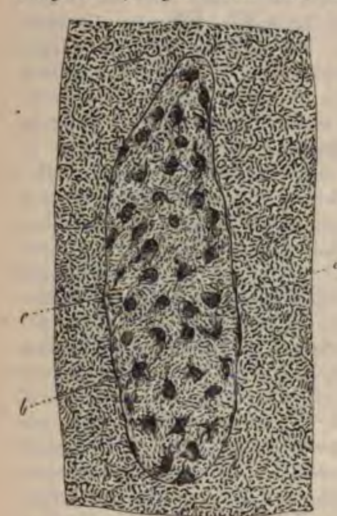


Fig. 992.



Fig. 993.

Fig. 992. Ein *Peyer*'scher Haufen des Menschen, 4 mal vergr. *a* Gewöhnliche Schleimhautfläche mit Zotten; *b* Vertiefungen auf dem Haufen, entsprechend den Follikeln; *c* Zwischensubstanz mit kleinen Zotten.

Fig. 993. Stück eines *Peyer*'schen Haufens eines Greises nach *Flouch*. *a* Follikel mit den Mündungen der *Lieberkühn*'schen Drüsen rings herum; *b* Zotten; *c* Mehr einzeln stehende *Lieberkühn*'sche Drüsen.

Genauer untersucht ergiebt sich ein jeder *Peyer*'scher Haufen als eine Vereinigung von mehr weniger geschlossenen, rundlichen oder nach der Darmhöhle zu leicht kegelförmig verschmälerten, 0,4—2,2 mm grossen Knötchen, die dicht neben einander, zum Theil in der Schleimhaut selbst, zum Theil im submukösen Gewebe ihre Lage haben, und einerseits bis dicht an das Schleimhautepithel heranreichen, andererseits an die eigentliche *Muscularis* angrenzen, die hier etwas fester an der Mucosa haftet. Von der Höhle des Darmes aus betrachtet, fallen an denselben beim Menschen vor Allem viele kleine, 0,7 bis 2,2 mm von einander abstehende rundliche Vertiefungen auf, welche den einzelnen Follikeln entsprechen und auch an ihrem Boden durch dieselben leicht gewölbt vorspringen, jedoch durchaus keine Zotten tragen. Der übrige Theil der Platten wird von gewöhnlichen Zotten oder netzförmig zusammenfliessenden Fältchen und Oeffnungen von *Lieberkühn*'schen Drüsen eingenommen, welche letzteren besonders als ein Kranz von 6 bis 10 und mehr Oeffnungen, der *Corona tubulorum* der Autoren, rings um die von den Follikeln bedingten leichten Erhebungen angeordnet sind.



Fig. 994.

Ein jeder Follikel einer Platte besteht wesentlich aus drei Theilen, einer Hülle, einem inneren zarten Maschenwerke (*Reticulum*) und vielen in den Lücken desselben enthaltenen lymphkörperchenartigen Zellen. Ausserdem führen dieselben noch zahlreiche Blutgefässe. Das Maschenwerk, von *Billroth* entdeckt, stimmt ganz und gar mit dem der Tonsillen, der Lymphdrüsen u. s. w. überein, mit anderen Worten, es ist dasselbe so gebildet, wie das der netzförmigen oder cytogenen Bindesubstanz oder des adenoiden Gewebes von *His* (s. § 30 und § 238) und besteht somit theils aus sternförmigen, netzförmig vereinten Bindegewebskörperchen, theils aus einem aus solchen Zellen hervorgegangenen kernlosen, zarten Fasergerüste, welche beide Formen, je nach den verschiedenen Thierarten und je nach dem Alter der Geschöpfe, bald für sich, bald gemengt auftreten. An der Oberfläche der Follikel verdichtet sich dieses *Reticulum* in eine bald mehr, bald minder derbe, jedoch nie besonders feste Hülle, welche auch elastische Fasern enthält. In den Maschen des *Reticulum* findet sich etwas Flüssigkeit und vor Allem unzählige rundliche Zellen von 9—18 μ, die hie und da auch Fett in Körnchen enthalten, mit einfachen oder mehrfachen

Fig. 994. Flächenschnitt aus der Mitte von drei *Peyer*'schen Kapseln des Kaninchens, um die Gefässe im Innern derselben zu zeigen. Nach einer Injektion von *Frey*.

Kernen. Aehnlich wie die Rindenknötchen der Lymphdrüsen fliessen auch die Follikel der *Peyer*'schen Haufen oft unter einander zusammen und zwar in den tieferen Regionen der Schleimhaut, während sie sowohl gegen das Schleimhautepithel, als gegen die Submucosa in der Regel deutlich gesondert erscheinen. Bei voller Ausbildung der Knötchen finden sich in denselben kugelige oder ellipsoidische Keimcentren, wie sie bereits in den Tonsillen (§ 225) beschrieben wurden. Die Keimcentren oder Sekundärknötchen sind stets scharf von einander gesondert und zeigen protoplasmareiche Zellen mit grossen Kernen, welche auch Pigmentkörnchen enthalten können. Ferner findet man in den Keimcentren eigenthümliche, in Kernfärbemitteln sich färbende Körnchen, die tingiblen Körperchen *Flemming*'s, welche *Heidenhain*, *De Bruyne*, *Hoyer*, *Gulland*

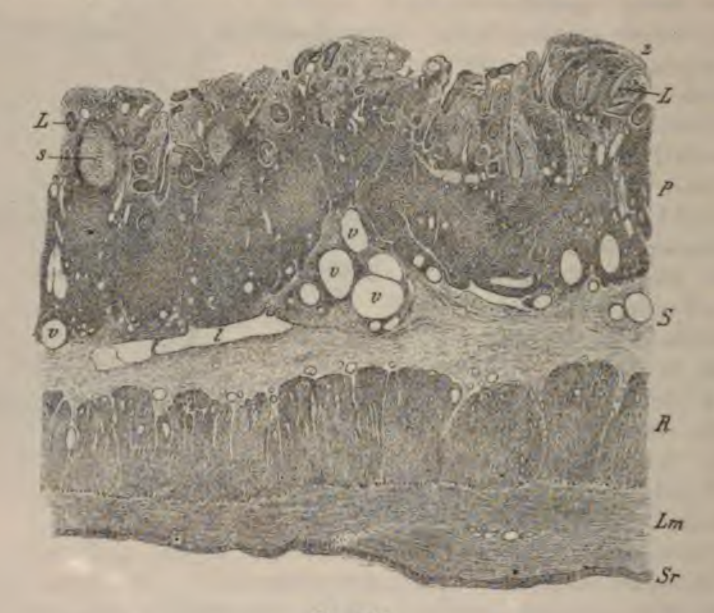


Fig. 995.

und *Demoor* aus dem Zerfalle von Leukocytenkernen ableiten. Nach *N. Czermak* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 42) sollen aus den tingiblen Körperchen Blutplättchen hervorgehen, eine Angabe, die jedoch keineswegs sicher gestellt ist. Ausnahmsweise finden sich auch in den Sekundärknötchen des Darmes, wie *N. Czermak* angiebt, Epithelperlen, welche von abgeschnürten Theilen *Lieberkühn*'scher Drüsen abstammen. Wie in anderen Lymphknötchen sind auch in jenen des Darmes die Keimcentren kein konstanter Befund. Man findet sie in der Regel bei jugendlichen Individuen, während sie bei älteren häufig fehlen.

Fig. 995. Längsschnitt durch ein operativ resecirtes Stück Ileum mit *Peyer*'schem Plaque. Pikrinsublim., Hämatox., Eosin. Vergr. 33. *L* *Lieberkühn*'sche Krypten; *Lm* Längsmuskelschicht; *R* Ringmuskelschicht; *S* Submucosa; *Sr* Serosa; *l* Lymphgefäss; *p* *Peyer*'scher Plaque; *s* Sekundärknötchen; *v* Venen stark mit Blut erfüllt, das jedoch in der Zeichnung weggelassen ist; *z* Zotten (spärlich, geschrumpft, ohne Epithel).

Die grossen Verschiedenheiten in der Zahl und Ausbildung der Follikel beruhen nicht bloss auf individuellen Eigenthümlichkeiten, sondern auch auf der während des Lebens desselben Individuums wechselnden Neubildung und Rückbildung von Lymphknötchen. Nach *Hofmeister* (in Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmak. Bd. XXII) vermindert sich das adenoide Gewebe des Darmes bei hungernden Thieren.

Wie *Frey* und *Ernst* bei Thieren entdeckten und *Koelliker* für den Menschen bestätigte, finden sich im Innern der Knötchen zahlreiche, aber sehr feine Blutgefässe von 3,3—9 μ, die mit einem reichen, die Follikel umspinnenden Gefässnetze zusammenhängen, und selbst an dem ganz frischen, mit Sorgfalt herausgenommenen Inhalte der Follikel von Thieren (Schwein z. B.) mit Leichtigkeit sich erkennen lassen. In manchen Follikeln ist nach *His* die Mitte stellenweise oder ganz und gar ohne Gefässe, welche dann im Umkreise mit Schlingen enden. In der Mitte der Sekundärknötchen kann das *Reticulum* stellenweise fehlen oder durch stärkere Bindegewebsanhäufungen, welche um degenerirte Gefässe sich gebildet haben, ersetzt sein.

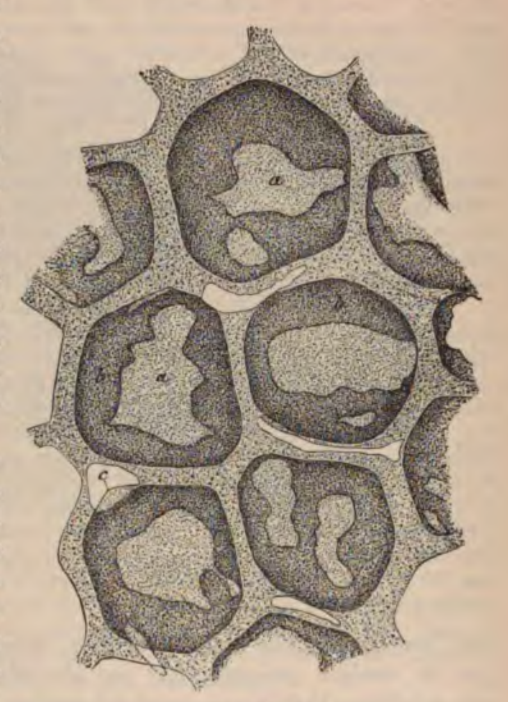


Fig. 996.

Von den **Lymphgefässen** der *Peyer*'schen Haufen war lange Zeit wenig bekannt. So viel stand fest, **dass die Menge der zur Verdauungszeit sichtbaren, von den *Peyer*'schen Haufen kommenden Chylusgefässe grösser ist, als an anderen Stellen des Darmes**, obschon auf ihnen unentwickeltere und spärlichere Zotten sich befinden, dagegen war vollkommen unbekannt, wie diese Gefässe im Innern sich verhalten. Erst durch die Injektionen von *Hyrtl* bei Vögeln und von *Teichmann* bei Säugethieren, sowie durch die Untersuchungen von *His* und *Frey* wurde erwiesen, dass die Follikel im Innern keine Lymphgefässe besitzen. Die von den Darmzotten kommenden Stämmchen bilden in der *Mucosa* ein reichliches Netz und von diesem gehen nach *Teichmann* Gefässe ab, welche mit Netzen die Follikel umstricken, woselbst sie oft auffallend platt gedrückt sind, und dann unterhalb

Fig. 996. Flächenansicht der unteren Seite der *Peyer*'schen Drüsenmasse des *Proc. vermicularis* des Kaninchens bei durchfallendem Lichte. Vergr. 21. *a* Freie von Lymphsinus nicht bedeckte Theile der Follikel; *b* Lymphsinus durch Höllensteininjektion dargestellt; *c* Lücken im Netze der Lymphsinus, die auf die Zwischenräume zweier Follikel treffen.

derselben in klappenhaltige Gefässe der *Submucosa* sich fortsetzen. Nach *His* sind die *Teichmann*'schen Netze um die Follikel ausgedehnte, die Follikel oft ganz umgebende Lymphsinus, welche, wie schon *v. Recklinghausen* zeigte, von demselben platten Epithel ausgekleidet sind, wie die entsprechenden Gefässe der Zotten. Diese Angaben sind leicht zu bestätigen und messen nach *Koelliker*'s Erfahrungen im *Proc. vermiformis* des Kaninchens (Fig. 996) die Lymphsinus 0,1—0,7 mm und ihre Epithelzellen 30—58 μ. Das Verhalten der Lymphgefässe zu den Knötchen der *Peyer*'schen Haufen ist, wie alle diese Untersuchungen zeigen, ein ganz ähnliches, wie an den Rindenfollikeln der eigentlichen Lymphknoten; nur handelt es sich in der Regel nicht, wie bei den letzteren, um eigentliche, die Follikel spaltartig umfassende Sinus, sondern um netzartig verbundene weite Lymphkapillaren (Fig. 997). Für weitere Einzelheiten sei auf die ausführliche Abhandlung von *Frey* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 13) verwiesen.

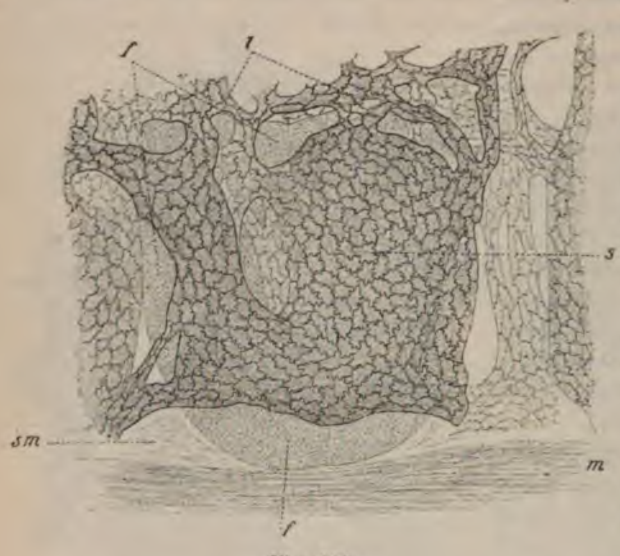


Fig. 997.

Die **solitären Follikel** oder Knötchen (*Noduli lymphatici solitarii*) stimmen mit den einzelnen Elementen der *Peyer*'schen Haufen in Grösse, Inhalt und sonstigem Baue so vollkommen überein, dass eine Trennung derselben um so weniger gerechtfertigt ist, als mit Bezug auf die Zahl der Follikel alle möglichen Verhältnisse gefunden werden, und es auch, wenigstens bei Thieren, *Peyer*'sche Haufen mit 2, 3—5 Follikeln giebt. Beim Menschen ist, wie alle Beobachter mit Recht angeben, ihre Menge äusserst wechselnd; bald gelingt es nicht, einen einzigen zu finden, bald ist der Darm bis in die Klappenränder ganz übersät mit ihnen, oder endlich finden sie sich im *Ileum* und *Jejunum* in gewisser, nicht übermässiger Zahl. Ihr gänzlicher Mangel darf wohl als ein regelwidriges Verhältniss bezeichnet werden, da sie bei Neugeborenen und in Leichen von Gesunden beständig, und zwar reichlicher im *Jejunum* als im *Ileum*, vorhanden sind. Die solitären Follikel zeigen dieselbe Lagerung, wie die Elemente der *Peyer*'schen Platten, nur kommen sie auch am Mesenterialrande vor.

Fig. 997. Aus einem *Peyer*'schen Haufen des Darmes der Katze. Silberinjektion der Lymphgefässe. Vergr. 85. *f* Follikel; *f'* Basale Konvexität desselben; *s* Sinusartig erweiterte, *l* röhrenförmige Lymphgefässe mit Endothelzellen, deren Grenzen schwarz gefärbt sind; *m* Muskelhaut; *sm* Submucosa. Präparat von *Koelliker*.

Die feinere Anatomie der *Peyer*'schen Drüsen ist nach den Untersuchungen *Brücke*'s, der sie zuerst als periphere Lymphdrüsen erklärte, worin ihm *Koelliker* beistimmte, besonders durch *R. Heidenhain*, *Teichmann* und *His* gefördert worden. *Heidenhain* hat nach *Billroth* zuerst mit Bestimmtheit im Innern der *Peyer*'schen Follikel ein Balkennetz gesehen gleich dem, welches von *Donders* und *Koelliker* in den Lymphdrüsen aufgefunden worden war.

Der Werth der Untersuchungen von *Teichmann* in Betreff der *Peyer*'schen Drüsen liegt namentlich darin, dass durch ihn eine durch *Brücke* angeregte Frage über das Vorkommen von Chylusgefässen im Innern der Follikel zu einem sichern Abschlusse gelangt ist. Nach *Teichmann* nämlich entspringen weder vom Grunde der *Peyer*-schen Follikel, als unmittelbare Fortsetzung dieser, Chylusgefässe, wie *Brücke* zuerst angenommen hatte, noch kommen solche aus dem Innern derselben heraus, vielmehr ergiebt die gelungenste Injektion der *Mucosa*, dass die genannten Gefässe an den Follikeln nur vorbeigehen. Nach *Teichmann* haben diese Gefässe wirkliche Membranen, was *His* anfänglich leugnete, später aber insofern zugab, als er hier dasselbe Epithel fand, welches *v. Recklinghausen* in den feinsten Lymphgefässen überhaupt nachgewiesen hatte.

Die Untersuchungen von *His* sind, ausser durch die genauere Erforschung der Chylusräume, besonders dadurch bemerkenswerth, dass von ihm zuerst das Vorkommen des eigenthümlichen Gewebes im Innern der Follikel (adenoide Substanz, *His*; cytogene Substanz, *Koelliker*) auch in der übrigen Schleimhaut des Darmes und seine weite Verbreitung selbst bis in die Zotten hinein, sowie ferner der unmittelbare Zusammenhang dieses Gewebes mit dem der Follikel als eine allgemeine Erscheinung dargethan wurde (s. oben § 238).

Das Aussehen und die Lage der Darmlymphknötchen sind sehr wechselnd, je nach dem Entwicklungs- und Rückbildungszustande derselben. Wie *Stöhr* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIII) nachwies, entwickeln sich die Knötchen bei Embryonen der Katze zuerst in Erhebungen der Schleimhaut, welche den Zotten gleichen, später aber durch ihr Zurückbleiben im Längenwachsthum bei gleichzeitiger Verbreiterung und zunehmender Infiltration mit Leukocyten, welche sich mitotisch vermehren, als Kuppen von Lymphknötchen sich differenziren. Von der *Mucosa* wachsen die Knötchen nach der Tiefe in die *Submucosa*, wo sie ihre grösste Ausdehnung erreichen. Dieser Entwicklung entsprechend besitzt jedes Darmlymphknötchen eine vom Schleimhautepithel bedeckte Kuppe und die Angaben, welche sich auf ausschliesslich in der *Submucosa* oder in zwei Schichten über einander gelegene Knötchen beziehen, erklären sich durch tangentiale oder schiefe Schnitte, welche nicht die Mitte der Knötchen senkrecht getroffen haben (*Stöhr*). Bei der Rückbildung von Knötchen kommt es allerdings vor, dass die stark verkleinerten Reste ausser Berührung mit dem Epithele sind und in der Tiefe der Schleimhaut unter den *Lieberkühn*'schen Drüsen ihre Lage haben.

Wie für das adenoide Gewebe der Tonsillen versuchte *Retterer* auch für die Lymphknötchen des Darmes den Beweis zu liefern, dass sie theilweise epithelialer Abkunft sind, und dass die *Lieberkühn*'schen Drüsen hier Material liefern, aus welchem das adenoide Gewebe hervorgehe. Insbesondere wurde von *Retterer* als besonders günstiges Objekt zur Beobachtung dieser Verhältnisse die der Blinddarmmündung benachbarte Partie des Dickdarmes des Meerschweinchen empfohlen. *Stöhr* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 51) wies jedoch eingehend nach, dass die Angaben *Retterer*'s, welche die Abschnürung epithelialer Knospen, die bis in die *Submucosa* hinabwuchern, beweisen sollten, nur auf einer Täuschung in Folge schiefer Schnitte, an welchen der Zusammenhang der Drüsen mit der Oberfläche zufällig nicht zu sehen war, beruhten. Es lässt sich vielmehr, wie *Stöhr* ausführlich darstellt, auch beim Meerschweinchen mit Sicherheit nachweisen, dass das adenoide Gewebe im Bindegewebe entsteht, ohne Betheiligung des Darmepitheles. Die ersten Leukocyten der Lymphknötchen kommen wahrscheinlich aus den Blutgefässen. Das Eigenthümliche bei der Entwicklung der Darmlymphknötchen des Meerschweinchens liegt darin, dass dieselben nicht wie beim Menschen, beim Hunde, der Katze, dem Kaninchen u. s. w. aus einem der eigentlichen Schleimhaut und der *Submucosa* angehörigen Theile bestehen und primär in der *Mucosa* sich bilden, sondern fast ausschliesslich in der *Submucosa* ihre Lage haben und in dieser sich entwickeln.

Damit steht auch im Zusammenhange, dass beim Meerschweinchen, dort wo Lymphknötchen auftreten, die *Lieberkühn*'schen Drüsen bis in die *Submucosa* wuchern, wodurch die Möglichkeit gegeben wird, dass trotz der tiefen Lage der Knötchen dieselben doch an ihrer Oberfläche mit Epithel in direktem Kontakte sind, wie bei jenen Thieren, deren Knötchen regelmässig mit ihrem oberen Theile in der *Mucosa* ihre Lage haben. Wie überall, wo adenoides Gewebe direkt von Epithel bedeckt wird, eine reichliche Durchwanderung von Leukocyten durch das letztere stattfindet, ist dies auch im Bereiche der Darmlymphknötchen der Fall; ja hier kann, wie *Renaut* (in Compt. rend. de l'acad. T. 97) und *Stöhr* insbesondere im Blinddarme des Kaninchens fanden, die Durchwanderung eine so massenhafte sein, dass nur durch sorgfältige Untersuchung das Vorhandensein des Epitheles nachzuweisen ist und bei schwächerer Vergrösserung das adenoide Gewebe bis ins Darmlumen zu reichen scheint. Obwohl die Angaben *Retterer*'s über die Entwicklung des adenoiden Gewebes der Follikel des Darmrohres oder, wie

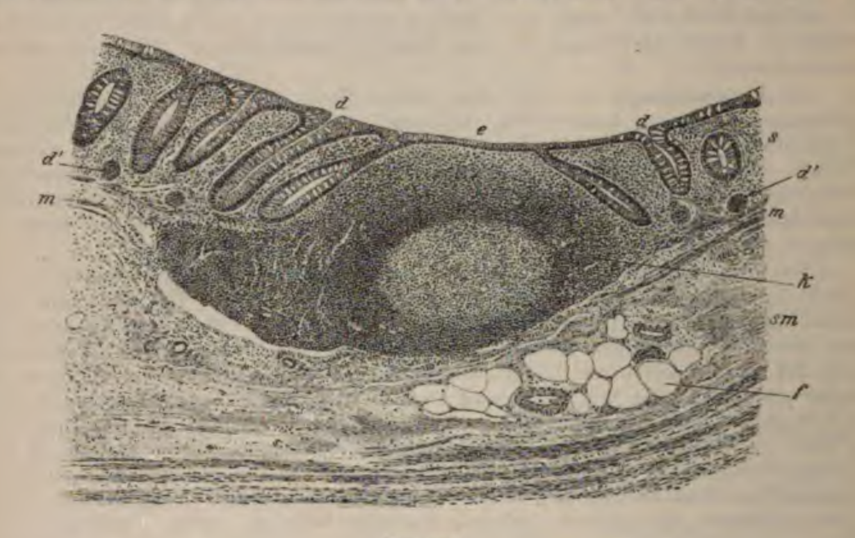


Fig. 998.

er es nennt, des angiothelialen Gewebes aus Epithelzellen nicht aufrecht erhalten werden können, so ist doch nicht zu leugnen, dass in Schleimhäuten das erste Auftreten des adenoiden Gewebes sehr oft in unmittelbarer Nachbarschaft der deckenden Epithelien oder in der Umgebung von Drüsengängen beobachtet wird, wie insbesondere auch die Befunde an den Drüsen des Rachens und der Speiseröhre (s. S. 130 und 135) ergeben. Ueber den Follikeln sind die Becherzellen äusserst selten oder sie fehlen gänzlich. Wie *Hofmeister* und *Edinger* glauben, hängt dies mit der resorbirenden Funktion der Darmfollikel zusammen, für welche die Anwesenheit secernirender Organe, wie die Becherzellen, eher hinderlich wäre. Für die resorbirende Thätigkeit der Follikel hatten schon *Brücke*, *Koelliker* und *W. Krause* geltend gemacht, dass, abgesehen von der Schwellung der *Peyer*'schen Haufen während der Aufsaugung, die Follikel um diese Zeit durch aufgenommenes Fett milchweiss werden können.

Fig. 998. Querschnitt durch den Wurmfortsatz vom 23jährigen Guillotinirten. *Zenker*'s Fl. Vergr. 55. *d* Drüsen mit Becherzellen (letztere hell); *d'* abgekappte Enden von Drüsen; *e* Epithel über dem Solitärknötchen ohne Becherzellen. Im Innern des Solitärknötchens *k* ein helles Keimcentrum; *s* Schleimhaut; *m* Muskelhaut derselben im Bereiche des Solitärknötchens (*k*) unterbrochen; *sm* Submucosa mit Gefässen und Fettzellen (*f*).

§ 249.

Schleimhaut des Dickdarmes. Dickdarm und Dünndarm stimmen im Baue ihrer Schleimhaut in so vielen wesentlichen Punkten überein, dass es hinreichen wird, auf einige wenige Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Der Dickdarm hat, mit Ausnahme des Mastdarmes, keine eigentlichen Schleimhautfalten, denn in die *Plicae sigmoideae* geht auch die Querfaserschicht der *Musculosa* ein. Ebenso fehlen auch vom scharfen Rande der *Valvula coli* an, in welche die *Musculosa* ebenfalls mit eingeht, die Zotten ganz und ist die Oberfläche der *Mucosa*, abgesehen von kaum bemerkbaren kleinen warzenartigen Erhebungen einzelner Orte, eben und glatt. Die Zotten des Dünndarms erreichen, wie *C. Langer* (in Denkschriften der Wiener Akad. Bd. 54) fand, in der Regel nicht den Rand der Ileocoecalklappe, sondern hören bereits vor demselben, allmählich sich verlierend, auf. — Die Muskellage der *Mucosa* ist im *Colon* beim Menschen nur schwach entwickelt und stellenweise nicht deutlich in eine innere cirkuläre und in eine äussere longitudinale Lage gesondert; im Mastdarm dagegen wird sie wieder stärker und ist bis in die *Columnae rectales* (*Morgagni*) gegen den inneren Afterschnürer zu verfolgen, wo sie mit der eigentlichen Muskelhaut theilweise zusammenfliessend sich an der Bildung jener glatten Muskelbündel betheiligt, welche sich in der Haut des Afters verlieren. (Siehe § 237 und Fig. 946 S. 142.) Die *Tunica propria* der Schleimhaut besteht wie im Dünndarm aus einem, dem adenoiden nahestehenden Bindegewebe, in welchem auch einzelne zarte Muskelbündelchen aus der *Muscularis mucosae* gegen die Oberfläche ziehen.



Fig. 999.

Die *Lieberkühn*'schen Drüsen des Dickdarmes stellen, wie jene des Dünndarmes, gerade Schläuche dar, welche jedoch eine bedeutendere Länge von 0,4—0,5 mm und eine Breite von 0,11—0,17 mm erreichen und meistens sehr regelmässig parallel nebeneinander stehen. Am längsten werden die Drüsen im Mastdarme, wo sie nach *Verson* bis 0,7 mm erreichen. Die auffallend weiten Drüsen mit 0,1 mm und mehr finden sich, wie *J. Schaffer* hervorhebt, neben sehr kleinen, in der Nähe der Lymphknötchen. Die Drüsen sind morphologisch jenen des Dünndarms nicht vollständig gleich, wie die Entwicklung lehrt. Beim Embryo zeigt nämlich im 4. bis 6. Monate auch der Dickdarm, ähnlich wie der Dünndarm, Zotten, die später dadurch verschwinden, dass vom Grunde dieser primitiven Zotten von Epithel bedeckte Blätter emporwachsen, welche die Zotten

Fig. 999. Querschnitt durch die Mastdarmschleimhaut. Pikrinsublim., Hämatox. Vergr. 35. *d Lieberkühn*'sche Drüsen (die Becherzellen dunkel); *m Muscularis mucosae*; *s* Solitärer Follikel; *sk* Sekundärknötchen; *sm Submucosa*.

unter einander verbinden und dadurch eine Schleimhaut, die ursprünglich mit isolirten Erhebungen, den Zotten, bedeckt war, in eine Schleimhaut umwandeln die nun wie eine Bienenwabe aussieht und schliesslich nur mehr dicht nebeneinander stehende Röhren, nämlich die Dickdarmdrüsen zeigt. Es entsprechen daher nur die tiefen Theile dieser Drüsen jenen des Dünndarmes, während der obere Theil der Röhren dem Bereiche der Zotten des Dünndarmes homolog ist. Doch ist an der ausgebildeten Drüse eine Grenze zwischen diesen beiden, auf Grund der Entwicklung anzunehmenden Antheilen nicht zu erkennen; indem wie *Patzelt* (l. c.) nachwies, neben dem Emporwachsen von Scheidewänden vom Grunde der primitiven Zotten auch noch eine Theilung der Drüsen vom blinden Ende her stattfindet. Dadurch entstehen neue Scheidewände zwischen den getheilten Drüsen, welche schliesslich nicht mehr von jenen zu unterscheiden sind, welche von den primitiven Zotten ihren Ausgang genommen haben. Beim neugebornen Kinde ist jedoch, wie *C. Langer* fand, jener Antheil der Umrandung der Drüsenmündungen, welcher von den primitiven Zotten ausging noch deutlich zu erkennen. In histologischer Beziehung zeichnen sich die Dickdarmdrüsen durch ihren Reichthum an Becherzellen aus, welche namentlich in der Mitte der Drüsen und gegen den Hals derselben oft so dicht stehen, dass sie stellenweise allein, ohne Zwischenlagerung von anderen Zellen vorzukommen scheinen. Die zwischen den Becherzellen gelegenen Cylinderzellen sind durch den Druck von Seite der ersteren vielfach eingebogen. Ihr schleimfreies Protoplasma hat eine fädigkörnige Struktur. An der Oberfläche, welche das Drüsenlumen berührt, zeigt sich bisweilen ein Besatz von kurzen Stäbchen oder Knötchen; doch niemals ein zusammenhängender Cuticularsaum (Fig. 1000 *B C*). Gegen den Grund der Drüsen sind, wie *Bizzozero* bei Thieren fand und *J. Schaffer* für den Menschen bestätigte die Becherzellen weniger deutlich ausgebildet und finden sich dort Zellen von unbestimmtem Charakter. Einzelne Zellen des Drüsengrundes sind als sich entwickelnde Becherzellen dadurch kenntlich, dass ihr Inhalt sich theilweise mit schleimfärbenden Mitteln wenn auch

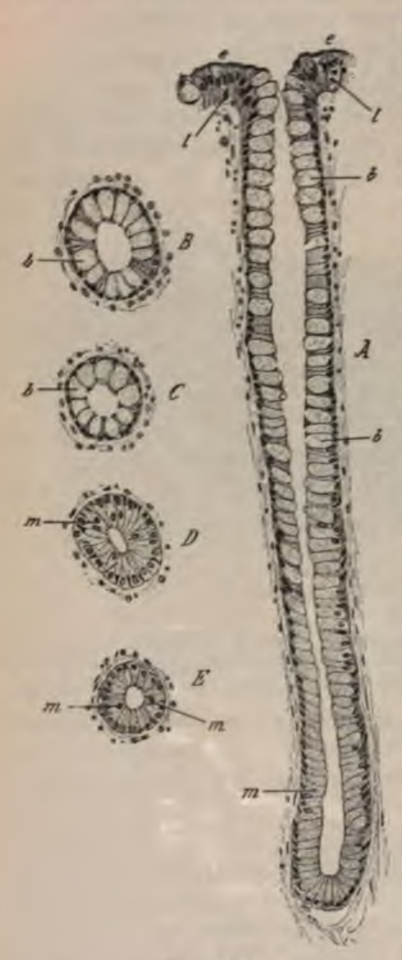


Fig. 1000.

Fig. 1000. Mastdarmdrüsen. Pikrinsubl. Vergr. 149. *A* Längsschnitt, *B* Querschnitt nahe der Mündung, *C* von der Mitte, *D* und *E* nahe dem Fundus; *b* Becherzellen; *e* Oberflächenepithel; *l* Leukocyten; *m* Mitosen im Epithel.

schwach tingirt. Wie *Bizzozero* glaubt, findet die Vermehrung der Becherzellen hauptsächlich in diesem blinden Ende der Drüsen statt.

Das Oberflächenepithel des Dickdarmes, welches die Leisten zwischen den Drüsenmündungen bedeckt stimmt im Baue mit jenem des Dünndarmepitheles überein und zeigt wie dieses einen deutlichen Cuticularsaum (Fig. 1001). Da sowohl das Epithel als auch die Schleimhaut im Wesentlichen wie im Dünndarme sich verhalten, erscheint es begreiflich, dass auch der Dickdarm an der Resorption wesentlich betheiligt ist, wie insbesondere *Th. Eimer* (in *Virchow's* Arch. 48. Bd. und Biol. Centralbl. IV Bd.) genauer nachgewiesen hat. Becherzellen sind im Oberflächenepithel, im Gegensatze zu den Drüsen, nur selten zu finden. Wie tief die mit typischem Cuticularsaum versehenen Cylinderzellen in die Drüsen eindringen, lässt sich schwer feststellen; mit Sicherheit sind sie nur an der Mündung der Drüsen im sogenannten Drüsenhalse nachzuweisen. Wie im Magen und Dünndarme fand *Bizzozero* auch im Dickdarme nur äusserst selten Mitosen im Oberflächenepithel; zahlreiche dagegen im Grunde der Drüsen, wie auch *J. Schaffer* für den Menschen bestätigte. Es ist daher auch im Dickdarme die Regeneration des Oberflächenepithels von den Drüsen her anzunehmen. Schwierigkeiten macht jedoch der Umstand, dass in den Drüsen sehr viele Becherzellen vorkommen, während sie im Oberflächenepithel fast vollständig fehlen. Man muss daher annehmen, dass entweder zahlreiche Becherzellen in der Nähe der Drüsenmündungen zu Grunde gehen, wofür einige Befunde von *Paneth* und *Struiken* zu sprechen scheinen, oder dass die Vermehrung der Cylinderzellen nicht im Grunde der Drüsen, sondern nahe an der Mündung derselben stattfindet. Für letzteres spricht die von *Bizzozero*, allerdings nur für das Kaninchen, festgestellte Thatsache, dass ausser im Drüsengrunde auch im Drüsenhalse zahlreiche Mitosen vorkommen. Es wäre daher möglich, dass bei den an Becherzellen besonders reichen Dickdarmdrüsen des Kaninchen, wie im Magen, der Regenerationsherd für das Oberflächenepithel im Drüsenhalse seinen Sitz hat. Während aber im Magen die indifferenten Zellen des Drüsenhalses einerseits Oberflächenepithel, anderseits nach abwärts Drüsenepithel zu produziren im Stande sind (s. S. 155 u. 168) finden sich in den Dickdarmdrüsen des Kaninchen auch noch zahlreiche Mitosen im Drüsengrunde die zu der Annahme führen, dass die im Grunde der Drüsen sich vermehrende, Zellen das Drüsenepithel bilden, die Zellen des Drüsenhalses dagegen durch ihre Vermehrung nur Oberflächenepithel produziren. Beim Hunde und bei der Maus sind jedoch nicht, wie beim Kaninchen, zwei getrennte Regenerationsheerde der Zellen vorhanden; bei diesen Thieren sind nach *Bizzozero* die Mitosen so vertheilt, dass im Fundus der Drüsen vorzüglich die Becherzellen, weiterhin aber gegen die Mündung der Drüsen mehr die Cylinderzellen sich vermehren. Beim Menschen verhalten sich die Regenerationsherde wohl ähnlich, wie beim Hunde. Die Veränderungen der Dickdarmdrüsen bei der Sekretion wurden zuerst von *R. Heidenhain* und *Klose* (in *Hermann's* Handb. der Phys. V. Bd.



Fig. 1001.

Fig. 1001. Epithelzellen vom Mastdarme des Menschen. *Müller's* Fl. Vergr. 530. c Cuticularsaum; p Protoplasmakörper mit Zellkern.

I. Theil S. 166) histologisch untersucht. Durch Pilokarpinwirkung entleeren die Becherzellen ihr Sekret und erhalten ein Ansehen, welches jenem der, zwischen den Becherzellen vorkommenden, schleimfreien Cylinderzellen sehr ähnlich ist. Wie bei den Randzellen in den gemischten tubulo-acinösen Drüsen der Mundhöhle (siehe § 222) kann auch bei den Cylinderzellen, welche zwischen den Becherzellen der Dickdarmdrüsen vorkommen, mit Rücksicht auf solche Befunde die Frage aufgeworfen werden, ob die beiderlei Drüsenzellen wirklich specifisch verschieden sind, oder nur verschiedene funktionelle Zustände einer und derselben Art von Zellen. Während *R. Heidenhain* sich in dieser Frage nicht mit Bestimmtheit aussprach, doch eher im letzteren Sinne seine Befunde zu deuten geneigt war, hat *Bizzozero* später sich entschieden gegen die Identität der beiderlei Zellen gewendet und nachgewiesen, dass auch nach völliger Entleerung des Schleimes in Folge von Pilokarpinwirkung eine Becherzelle immer noch von einer gewöhnlichen Epithelzelle sich unterscheiden lasse. Analoge Erfahrungen machte *v. Seiller* bezüglich der Pilokarpinwirkung auf die Becherzellen an der Zunge der Saurier. Für die specifische Natur der Becherzellen des Darmes scheint auch ihr sehr frühzeitiges Auftreten beim Embryo zu sprechen. Beim 5—6 monatlichen Embryo findet man im Dünn- und Dickdarme in den Drüsenanlagen sowohl, als auch auf den Zotten die Becherzellen bereits in grosser Zahl.

Die Dickdarmdrüsen und das cylindrische Oberflächenepithel reichen bis an die Afterregion des Mastdarmes. Dort stösst mit plötzlichem Uebergange im Bereiche der *Sinus rectales* das geschichtete Pflasterepithel, das einer papillentragenden Schleimhaut aufsitzt, die in die Haut des Afters sich fortsetzt, an das Cylinderepithel, in dessen Bereich noch Dickdarmdrüsen sich finden (Fig. 946 S. 142).

Ausser den Drüsen enthält die Dickdarmschleimhaut viele vereinzelte Lymphknötchen, welche die *Muscularis mucosae* durchbrechend bis in die *Submucosa* hinabreichen. Sie sind im Blind- und Mastdarme sehr häufig, und auch im *Colon* meist zahlreicher als im Dünndarme. Von denjenigen des letzteren Ortes unterscheiden sie sich durch ihre bedeutendere Grösse (1,5—2—3 mm) und dadurch, dass auf jedem der kleinen Schleimhauthügel, welche durch die Follikel bedingt werden, in der Mitte eine kleine grubige, längliche oder runde Oeffnung von 0,17—0,25 mm sich befindet, die zu einer kleinen Schleimhauteinsenkung über den Follikeln führt. Durch diese Grübchen, die an regelrechten Dünndarmfollikeln durchaus fehlen, hatte sich *Böhm* seiner Zeit verleiten lassen, diese Follikel für schlauchförmige Drüsen mit Oeffnungen zu halten, was aber nicht richtig ist. Denn im Grunde dieser Vertiefung liegt, wie *Brücke* bemerkte, eine ganz geschlossene, etwas platte Kapsel von demselben Baue, wie die Follikel im dünnen Darme.

Die eigenthümliche Lage der Dickdarmfollikel im Grunde von Vertiefungen erklärt sich wohl durch die Entwicklung der Dickdarmdrüsen, deren oberer Antheil, wie früher erwähnt wurde (S. 205 u. 206), den Zotten des Dünndarmes entspricht. Ungemein zahlreich sind die Lymphknötchen im Wurmfortsatze, wo sie auch zu Haufen zusammenfliessen (Fig. 1002) und stellenweise die Drüsen verdrängend bis an die Oberfläche der Schleimhaut reichen, deren Epithel von zahlreichen Leukocyten durchsetzt erscheint (Fig. 998 Seite 204). Nach *Rüdinger* (in Verh. der anat. Ges. 1891) soll mit der Entwicklung und

Rückbildung der Follikel des Wurmfortsatzes ein Zugrundegehen und eine Neubildung der *Lieberkühn*'schen Drüsen Hand in Hand gehen, welches letztere jedoch durch die Befunde *Rüdinger*'s keineswegs sicher gestellt erscheint. Mit zunehmendem Alter werden nach *Ribbert* (in *Virchow*'s Arch. Bd. 132) die Follikel des Wurmfortsatzes kleiner und damit nimmt die ganze Schleimhaut an Dicke ab.

Die Blutgefässe der Drüsen und Follikel des Dickdarmes verhalten sich im Wesentlichen wie im Magen und Dünndarme. Das Verhalten der Lymphgefässe in der *Mucosa* war lange Zeit gänzlich unbekannt. Auch *Teichmann* sah aus dem oberflächlichen Lymphgefässnetze (dem der *Submucosa*) nur selten Schlingen aufwärts zwischen die blinddarmförmigen Drüsen sich erstrecken. Dagegen gelang es *His*, auch in den oberflächlichen Lagen der Dickdarmschleimhaut des Schafes Lymphgefässe anzufinden, eine Entdeckung, die bald darauf von *Frey* bestätigt und erweitert wurde. Nach diesem Forscher kommen nicht nur in den Dickdarmzotten des Kaninchens ein oder zwei blinde Lymphkanäle vor, sondern es finden sich solche Gefässe auch im *Colon* des Meerschweinchens, des Schafes und Kalbes oberflächlich in der Nähe der Ausmündungsstellen der Drüsen (s. *Schärtl* l. c. S. 10). Beim Menschen sind diese Gefässe nicht genauer bekannt, doch unterliegt ihr Vorkommen keinem Zweifel. Die Nerven des *Colon* verhalten sich im Wesentlichen wie die des Dünndarmes (s. § 238).

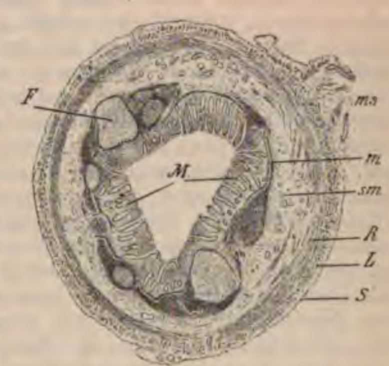


Fig. 1002.

Wenn auch, wie oben bemerkt wurde, die Befunde *Rüdinger*'s nicht zu der Annahme berechtigen, beim Erwachsenen einen Wechsel von Rückbildung und Neubildung *Lieberkühn*'scher Drüsen im Wurmfortsatze anzunehmen, so ist dagegen durch die Untersuchungen *Ph. Stöhr*'s (in Verh. d. anat. Ges. XI, 1897, S. 54) festgestellt, dass bei menschlichen Embryonen im 5. bis 6. Monate Drüsen sich zurückbilden, indem sie von der Oberfläche abgeschnürt werden, in Cysten sich umwandeln und schliesslich unter Betheiligung von einwandernden Leukocyten, welche die zerfallenden Epithelzellen wegschaffen, verschwinden.

Die Untersuchung der Darmschleimhaut bietet grössere Hindernisse als die anderer Theile. Das Epithel findet sich in der Regel nur an ganz frischen Därmen gut erhalten und zerfällt meist leicht in seine Elemente. Will man dasselbe gut sehen und namentlich auch die porösen Säume untersuchen, so wendet man am besten *Humor vitreus*, Kochsalz von $^1/_2$ %, oder phosphorsaures Natron von 3—5 % an, doch thun auch verdünnte Chromsäure, doppeltchromsaures Kali, *Kali causticum* von 35 % und Maceration in *Koelliker*'s sehr verdünnter Essigsäure (I. Bd. S. 408) gute Dienste, ferner Schnitte fixirter Präparate kombinirt mit Färbungen. Die *Villi* sieht man am besten an dünnen, mit einer feinen Scheere entnommenen senkrechten Schnitten, dann bei kleiner Vergrösserung bei Beleuchtung von oben. Während der Aufsaugung findet man dieselben meist von

Fig. 1002. Querschnitt durch den Wurmfortsatz vom Hingerichteten *Schneider*. *Müller*'s Fl. Vergr. 8. *F* Follikel mit Sekundärknötchen; *M* Mucosa mit *Lieberkühn*schen Drüsen; *R* Ringfaser-, *L* Längsfaserschicht der Muskelhaut; *S* Serosa; *m Muscularis mucosae*; *ms* Mesenterium (abgeschnitten); *sm* Submucosa.

Fett gefüllt, so dass man ihre einzelnen Theile, mit Ausnahme der Chylusgefässe, die durch Essigsäure und noch besser durch verdünntes *Natron causticum* deutlich werden, nicht wahrnimmt. Ausserhalb dieser Zeit erkennt man die Muskeln der Zotten bei Essigsäurezusatz leicht an ihren Kernen. Für die Blutgefässe muss man Injektionen haben, am besten solche, die von Arterien und Venen aus zugleich gemacht sind, und dieselben feucht aufbewahren (doch sieht man die Gefässe der Zotten auch an ganz frischen Därmen leicht). Dasselbe gilt von den übrigen Darmtheilen, für die namentlich senkrechte Schnitte belehrend sind. Zur Untersuchung der Chylusgefässe machte *Brücke* die Darmschleimhaut mit einer Eiweisslösung durchsichtig, die so bereitet wird: Zum Weissen von Eiern wird so viel starke Kalilauge gesetzt, dass das Ganze zu einer Gallerte erstarrt. Nach einigen Tagen Stehens im warmen Zimmer wird die Gallerte wieder flüssig, während sie zugleich nach Ammoniak riecht. Dann wird noch mit verdünnter Salzsäure neutralisirt und durchgeseiht. In Betreff der Injektionen der Chylusgefässe vergleiche man die Arbeiten von *Hyrtl*, *Teichmann*, *His*, *Frey*, *v. Recklinghausen* und *Auerbach*, und bemerke ich nur, dass Einspritzungen durch Einstich mit Berlinerblau und mit Höllenstein besonders gute Ergebnisse liefern. Für die Drüsen empfiehlt *Koelliker* vor allem frische Darmstücke, obschon die Darstellung an solchen oft, wie im Magen, ungemein schwierig ist. Für Schnittpräparate werden vorzüglich, ausser dem seit alter Zeit gebrauchten Alkohol und der Chromsäure, *Müller*'s und *Zenker*'s Flüssigkeit, Sublimat in Verbindung mit Eisessig oder Pikrinsäure und Osmiumgemische, zu Färbungen Hämatoxylin und Eosin u. s. w. verwendet. Am schwierigsten ist die Zerlegung der Magenmucosa in ihre Elemente, namentlich wenn sie so dick ist, wie beim Pferde und Schweine. Leichter geht es beim Hunde, der Katze, dem Kaninchen, den Wiederkäuern, wo man oft, wenn man mit einem Messerrücken stark drückend über die Schleimhaut fährt, das Epithel der Drüsen im Zusammenhange herausfördert, was einen übersichtlichen Aufschluss über die Form und die Auskleidung der Drüsen giebt. Uebrigens zerfällt auch beim einfachen Zerzupfen die Magenschleimhaut der letztgenannten Thiere oft leicht in ihre Elemente. Sehr schön kommen die Drüsen vereinzelt zur Anschauung durch Erweichen der Darmschleimhaut in *Kali causticum* von 35%.

Die *Brunner*'schen Drüsen machen keine Schwierigkeiten bis auf die Ausführungsgänge, die man jedoch an senkrechten Schnitten und bei Thieren auch beim Zerzupfen der *Mucosa* deutlich sieht. Ebenso stellen sich die *Lieberkühn*'schen Drüsen meist ungemein leicht in ihrer ganzen Länge dar, vor allem im Dickdarme von Nagern; während die Lymphknötchen des Darmes am besten an erhärteten Stücken untersucht werden. Die Nerven und Ganglien der *Submucosa* sieht man an Därmen, die ein paar Tage mit verdünnter Essigsäure oder verdünntem Holzessig behandelt wurden, sehr leicht, schwieriger die der *Muscularis*, bei denen übrigens dieselben Mittel tauglich sind. Für die Untersuchung der Nervenendigungen dient die Goldmethode nach *Drasch*, die Chromsilbermethode *Golgi*'s, sowie die Methylenblaumethode *Ehrlich*'s.

Litteratur des Dünn- und Dickdarmes.

Th. L. W. Bischoff, in *Müller*'s Arch. 1838, S. 503, mit Abb.; *L. Böhm*, De glandularum intestinalium structura penitiori. Berol. 1835, 8. c. tab., und Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera, Berlin 1838; *J. Henle*, Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium impr. eorum epithelii et vasorum lacteorum, Berol. 1837, 4. c. tab.; *A. Th. Middeldorpf*, De glandulis Brunnianis, Vratisl. 1846, c. tab.; *Frerichs* und *Frey*, Art. „Verdauung" in *Wagner*'s Handw. d. Physiol. Bd. III, S. 738 bis 755; *E. Brücke*, in Denkschr. d. Wien. Akad. 1850 u. 1851 (*Peyer*'sche Drüsen und *Muscularis mucosae*); *Koelliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III, 1851, S. 106 u. 233 (*Muscularis mucosae*); *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten, Zürich 1851, Diss. c. tab.; *Bruch*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. S. 282 (Schleimhaut des Darmes); *Brücke*, in Denkschr. d. Wien. Akad. 1853 u. 1855, dann in Zeitschr. d. Wien. Aerzte 1853, S. 282, 378, 571 und Wien. Wochenschr. 1855, Nr. 24, 25, 28, 29, 32 (Chylusgefässe); *A. Koelliker*, in Würzb. Verh. IV, S. 52; *Donders*, in Ned. Lanc. 1852, Oct. p. 218 u. 265, und Febr. bis April 1853; *A. Koelliker*, in Würzb. Verh.

Bd. VI u. VII (Darmcylinder und Fettresorption); *Zenker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI, S. 321 (Chylusgefässe); *Funke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI, S. 307, Ebend. VII, S. 315; Wien. Wochenschr. 1855, Nr. 31; *v. Wittich*, in *Virchow*'s Arch. XI, S. 37; *Donders*, in Ned. Lanc. 3. Ser. 5. Jaarg. p. 319; *J. Brettauer* und *Steinach*, Unters. über d. Cylinderepithel d. Darmzotten, Wien 1857; *H. Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII, S. 329; *G. Meissner*, in Zeitschr. f. rat. Med. VIII, 1857, S. 364 (Nerven der *Mucosa*); *Th. Billroth*, in *Müller*'s Archiv 1858, S. 148 (Nerven); *R. Remak*, in *Müller*'s Arch. 1858, S. 189 (Darmganglien); *W. Krause*, in Anatom. Unters. 1861, S. 64 (Darmganglien); *Heidenhain*, in *Moleschott*'s Unters. Bd. IV. Symbol. ad. anat. gland. Peyeri. Vratisl. 1859, und *Müller*'s Arch. S. 474 (Absorptionswege des Fettes); *W. Lambl*, in Prag. Viertelj. 1859, I, S. 1 (Darmepithelien); *W. Breiter* und *H. Frey*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI, S. 126 (Darmganglien); *E. Rindfleisch*, in *Virchow*'s Arch. XXII, S. 260 (Bau der Schleimhäute); *A. Wiegandt*, Unters. über d. Dünndarm-Epithel und dessen Verh. z. Schleimhautstrome, Dorpat 1860, Diss.; *C. Balogh*, in *Moleschott*'s Unters. VII (Epithel); *L. Auerbach*, Ueber einen *Plexus myentericus*, Breslau 1862; *W. His*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI, S. 416, XII. S. 223, XIII. S. 453 (*Peyer*'sche Drüsen, Lymphgefässe); *H. Frey*, in der Vierteljahrschrift d. Züricher naturf. Ges. Bd. VII, 1862, Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 336, XIII. S. 1 u. 28, *Virchow*'s Arch. Bd. XXXVI, S. 344 (Lymphgefässe); *A. Schärtl* (und *Frey*), Einige Beobachtungen über den Bau der Dünndarmschleimhaut, Zürich 1862, Diss.; *Eberth*, in Würzb. nat. Zeitschr. II. S. 171, V. S. 11 (*Mucosa*, Epithel); *E. Wiehen*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XIV, S. 203 (Epithel); *Klebs*, in *Virchow*'s Arch. Bd. XXXII, S. 168 (Nerven glatter Muskeln); *W. Dönitz*, in Arch. f. Anat. 1864, S. 367 (*Mucosa*), 1866, S. 757 (Epithel); *W. Krause*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XIV, S. 71 (*Mucosa*); *L. Fasce*, in Journ. de l'anat. et de la phys. I, Fig. 623 (*Muscularis mucosae*); *A. Basch*, in Wien. Sitzber. Bd. LI (*Mucosa*); *J. A. Fles*, in Handl. t. d. stelselm. Ontleedkunde v. d. Mensch. 2. Aufl. 1865 (?) (*Mucosa*); *L. Letzerich*, in *Virchow*'s Arch. Bd. XXXVII, S. 232 (Epithel).

Von neuerer Litteratur, welche im Texte theilweise bereits citirt wurde, sei hier noch angeführt:

L. Erdmann, Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarmes, Dorpat, Diss., 1867; *C. Toldt*, Blutgefässe des Darmkanales in *Stricker*'s Handb. d. Lehre von den Geweben, Leipzig 1871; *E. Verson*, Dünn- und Dickdarm, Ibid.; *A. Heller*, Ueber die Blutgefässe des Dünndarmes. in Ber. d. math.-phys. Kl. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 24. Bd. S. 165; *v. Thanhoffer*, Beiträge zur Fettresorption etc., in *Pflüger*'s Arch. 8. Bd. und in Centralbl. f. med. Wiss. 1876, S. 401; *H. Watney*, Zur Kenntniss der feineren Anatomie des Darmkanals, in Centralbl. f. med. Wiss. 1874, S. 753; *Derselbe*, The minute anatomy of the alimentary canal, in Philos. Transact. of the royal soc. of London Vol. 166 (1877); *S. v. Basch*, Fettresorption, in *Pflüger*'s Arch. 9. Bd.; *L. Edinger*, Ueber die Schleimhaut des Fischdarmes, in Arch. f. mikr. Anat. 13. Bd.; *F. v. Winiwarter*, Die Chylusgefässe des Kaninchens, in Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien 74. Bd. S. 103; *Gr. Klose*, Beitrag zur Kenntniss der tubulösen Darmdrüsen, Breslau, Diss., 1880; *A. Spina*, Ueber Resorption und Sekretion, Leipzig, Engelmann, 1882 und in Sitzungsberichte d. k. Akad. in Wien 84. Bd. S. 191; *R. Wiedersheim*, Ueber die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut, in Festschr. z. 56. Vers. deutscher Naturf. u. Aerzte, Freiburg 1883; *Th. Zawarykin*, Verlauf der Chylusbahnen etc., in Mém. d. l'acad. impér. de St. Petersbourg VII. Ser. Tome XIV; *Derselbe*, Ueber Fettresorption, in *Pflüger*'s Arch. 31., 35. u. 40. Bd.; *E. A. Schäfer*, Fettresorption, Ibid. 33. u. 37. Bd. und Intern. Monatschr. f. Anat. u. Histol. 2. Bd.; *O. Wiemer*, Fettresorption, in *Pflüger*'s Arch. 33. Bd.; Graf *F. Spee*, Beobachtungen über den Bewegungsapparat und die Bewegung der Darmzotten etc., in Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1885; *W. Ellenberger*, Ueber eosinophile Körnchenzellen etc., in Arch. f. wiss. u. prakt. Thierheilk. 11. Bd. 1885; *H. List*, Ueber Becherzellen, in Arch. f. mikr. Anat. 27. Bd.; *Mall*, Die Blut- und Lymphwege im Dünndarme des Hundes, Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 14. Bd. 1888; *A. Grünhagen*, Fettresorption, in Anat. Anz. 1887 und Arch. f. mikr. Anat. 29. Bd. und mit *Krohn* in *Pflüger*'s Arch. 44. Bd.; *G. Bizzozero*, Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals, in Arch. f. mikr. Anat. 33., 40. u.

42. Bd. 1889—93 und in Atti della Reale Accad. d. scienze di Torino Vol. 24, 27 u. 28; *Arnstein*, Die Methylenblaufärbung als histologische Methode (Nerven der glatten Muskeln) in Anat. Anz. II. Bd. 1887; *Ph. Stöhr*, Verdauungsapparat, in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. v. *Merkel* u. *Bonnet* Bd. 1892; *Ed. Retterer*, Origine et développ. des plaques de Peyer etc., in Compt. rend. hebd. de la soc. de biol. ser. IX. t. III et IV und Journ. de l'anat. et de la physiol. année 1893; Frhr. *v. Seiller*, Ueber die Zungendrüsen von Anguis etc. (Becherzellen), in Arch. f. mikr. Anat. 38. Bd.; *Bartenjeff*, Nerven des Dünndarmes, Referat von *Lukjanow*, in *Schwalbe*'s Jahresber. über die Fortschr. d. Anat. etc. 1891; *G. Retzius*, Nerven der glatten Muskeln, in Biol. Unters. N. F. III. Bd. 1892; *S. Ramón y Cajal*, Los ganglios y plexos nerviosos del intestino de los mamiferos etc., Madrid 1893; *H. J. Berkley*, The Nerves and nerv endings of the moucous layer of the Ileum etc., in Anat. Anz. 8. Bd. 1893; *E. Müller*, Ausbreitung und Endigungsweise der Magen-, Darm- und Pankreasnerven, in Arch. f. mikr. Anat. 50. Bd.; *J. Schaffer*, Beiträge zur Histologie menschlicher Organe (Darm), in Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, 100. Bd. (1891); *B. Rawitz*, Ueber ramifizirte Darmzotten, in Anat Anz. 9. Bd S. 214; *E. Tomarkin*, *Lieberkühn*'sche Krypten beim Meerschweinchen, in Anat. Anz. 8. Bd. S. 202; *Clado*, Appendice caecal etc., in Compt. rend. d. l. soc. d. biol. Ser. 9. T. 4. 1892; *Ev. Lafforgue*, Rech. anat. sur l'appendice vermiculaire du caecum, in Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. 10. Bd. S. 141; *H. J. L. Struiken*, Beitr. zur Histol. und Histochemie des Rectumepithels und der Schleimzellen, Freiburg i. Br., Diss., 1893; *N. Rüdinger*, Ueber Leukocytenwanderung in den Schleimhäuten des Darmkanals, in Sitzber. d. math.-naturw. Kl. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. München 1895, S. 125; *G. Stütz*, Ueber eosinophile Zellen in der Schleimhaut des Darmkanals, Bonn 1895; *D. Gerota*, Die Lymphgefässe des *Rectums* und des *Anus*, in Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1895, S. 240; *L. Ranvier*, Des lymphatiques de la villosité intestinale etc., in Compt. rend. de l'acad. d. sciences de Paris T. 123, p. 923; *E. Hoehl*, Zur Histologie des adenoiden Gewebes, in Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1897; *M. Heidenhain*, Ueber die Struktur der Darmepithelzellen, in Sitzber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, 1899; *J. Renaut*, Traité d'histol. pratique T. II., 2. (1899); *A. Oppel*, Lehrbuch d. vergl. mikr. Anat. d. Wirbelthiere, II. Theil Schlund und Darm, Jena 1897. (Ausführliches Werk über die gesammte vergleichende Anatomie des Darmes mit eingehendster Berücksichtigung der Litteratur.) Ueber die Darmdrüsen vergleiche auch die Litteratur der Drüsen der Mundhöhle, des Pharynx und Magens, ferner über die Lymphknötchen § 225.

V. Von der Leber.

§ 250.

Die Leber ist eine grosse Drüse, die schon durch den innigen Zusammenhang ihrer grösseren Abschnitte von den zusammengesetzten bisher beschriebenen Drüsen, wie den Speicheldrüsen, sich unterscheidet und durch den Bau des absondernden, die Galle bereitenden Gewebes bei den höheren Thieren eine eigene Stelle einnimmt. — Die Theile, die dieselbe zusammensetzen und zu ihr gehören, sind: das absondernde Gewebe, bestehend aus den die Läppchen oder Inselchen der Leber bildenden Leberzellennetzen und Gallenkapillaren; die aus diesen entspringenden abführenden Gallenwege; sehr zahlreiche Blutgefässe; viele Lymphgefässe und ziemlich viele Nerven; endlich eine Hülle vom Bauchfell und eine gewisse Menge umhüllender Bindesubstanz im Innern.

§ 251.

Absonderndes Gewebe, Leberläppchen und Lebersubstanz. Betrachtet man die Oberfläche oder eine Schnittfläche einer menschlichen Leber, so bietet dieselbe gewöhnlich ein gesprenkeltes Ansehen dar, meist in der Weise, dass kleine, rothe oder braune Flecken von sternförmiger Figur von einer mehr gelbröthlichen Substanz umflossen sind, Mark- und Rindensubstanz (*Ferrein*), welche Färbung von der meist ungleichförmigen Vertheilung des Blutes in den kleinsten Stämmchen und den Kapillaren herrührt, und bei gesunden Individuen durch eine gleichmässige rothbraune Farbe vertreten wird. Scharf gesonderte Läppchen, zu deren Annahme das oft regelmässig gesprenkelte Ansehen des Lebergewebes geführt hat, um so mehr, da dieselben bei einem viel untersuchten Thiere, dem Schweine, ganz ausgezeichnet sich finden, zeigt, wie *E. H. Weber* 1842 zuerst lehrte, die menschliche Leber nicht, vielmehr stehen hier sowohl das absondernde Gewebe als auch die wichtigsten Theile des Gefässsystems, d. h. das zwischen Pfortader und Lebervenen namentlich gelegene Kapillarnetz durch die ganze Leber im innigsten Zusammenhange (Figur 1003).



Fig. 1003.

Nichtsdestoweniger würde man sehr irren, wenn man das absondernde Lebergewebe als überall gleichartig auffassen wollte. Es finden sich in demselben gewisse kleinste Abschnitte, die, wenn auch an vielen Stellen zusammenfliessend, doch eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Diese Leberläppchen, wie man sie immerhin nennen kann, wenn man das Wort allgemeiner auffasst, oder Leberinselchen (*Arnold*) entstehen dadurch, dass 1. die kleinsten Stämmchen der zu- und abführenden Blutgefässe von der Pfortader und den Lebervenen, die *Venae inter-* und *intralobulares* (*Kiernan*), durch die ganze

Fig. 1003. Von einem Vertikalschnitte durch die Leber. Die Leberzellen nicht dargestellt, die Gefässe besonders dunkel hervorgehoben. Vergr. 50. *a* Arterien; *g* Gallengänge mit Blutkapillaren; *ip* Innere Pfortaderwurzel; *vc* Centralvenen; *vp* Pfortaderäste; *vs* Sublobularvene. Das Läppchen links im medianen Längsschnitte, jenes rechts oben im Querschnitte, das darunter liegende tangential geschnitten. Die drei, nur zum Theile dargestellten Läppchen rechts untereinander zusammenhängend.

Leber in einer ziemlich gleichen Entfernung von einander stehen, so dass die Leber aus kleinen, rundlicheckigen Stückchen von 0,7—1—2,2 mm Durchmesser besteht, welche ohne Ausnahme im Innern einer kleinen Wurzel der Lebervene den Ursprung geben und von aussen eine gewisse Zahl von feinsten Pfortaderästchen und auch von solchen der Leberarterie aufnehmen, und 2. auch die Anfänge der gallenableitenden Gänge oder der Lebergänge nicht regellos im Gewebe zerstreut, sondern so gelagert sind, dass sie immer erst in einer Entfernung von 0,3—1 mm von den Anfängen der Lebervenen beginnen und mit den feinsten Pfortader- und Arterienästchen verlaufen. So entstehen in der Leber kleine Massen, die nur absonderndes Gewebe, Kapillaren und Anfänge der Lebervenen enthalten, während in den Zwischenräumen derselben neben dem Drüsengewebe und den Kapillaren auch die Anfänge der Lebergänge und die letzten Aeste der Pfortader und Leberarterie sich finden, welche, indem sie nicht nur von einer, sondern immer von verschiedenen Seiten her an die genannten Abschnitte treten und noch durch Bindegewebe verstärkt und theilweise vereinigt werden, wenn auch nicht rings herum geschlossene, doch theilweise zusammenhängende Gürtel um sie bilden.

Die Leberläppchen finden sich nach *H. Braus* bei allen Säugethieren, auch bei den Monotremen (Echidna, Ornithorhynchus), fehlen aber allen anderen Wirbelthieren. *H. Braus* bringt diesen durchgreifenden Unterschied mit der Zwerchfellathmung der Säugethiere in Beziehung. Die Lebern der Thiere, die scharf gesonderte Läppchen darbieten (Eisbär, *J. Müller*; Schwein), sind für die Erkenntniss des Baues dieses Organes von grösster Wichtigkeit, und sei daher in Folgendem noch eine Schilderung des Baues der Schweinsleber gegeben. Betrachtet man eine solche auf Schnitten oder sonst, so findet man dieselbe überall in viele kleine, rundlich vieleckige, nicht ganz regelmässige Felder von ziemlich gleichmässiger Grösse (1—2,8 mm) abgetheilt, welche aus dem eigentlichen Lebergewebe bestehen und von weisslichen, dem Auge leicht sichtbaren Scheidewänden abgegrenzt sind. Schabt man eine Schnittfläche mit einem Messerstiele, so stellen sich den Feldern an Grösse gleiche, eckige Lebermassen dar und bleiben die Kapseln, die dieselben umgeben, als leere Fächer, wie Bienenwaben, zurück. Noch deutlicher treten die letzteren hervor, wenn man ein dünnes Leberschnittchen mit den Fingern im Wasser leicht knetet, abspült und auf schwarzem Grunde untersucht, in welchem Falle manche Fächer fast ganz geschlossen bleiben und noch deutlicher als vollständige Kapseln sich darstellen. Diese Kapseln gehören nach *Beale* jedem Leberläppchen besonders an, immerhin kann man, da sie durch ein mehr lockeres Bindegewebe auch unter einander zusammenhängen, dieselben auch als ein durchweg zusammenhängendes Fächerwerk sich denken, in dessen Maschen die Leberläppchen enthalten sind. Verfolgt man die Kapseln oder die Scheidewände der Läppchen, so findet man, dass dieselben vorzüglich Ausbreitungen des die *Vena portae* u. s. w. begleitenden Bindegewebes oder der sogenannten *Capsula*, besser *Vagina Glissonii* sind, jedoch auch mit der serösen Hülle der Leber zusammenhängen und an die grösseren Lebervenen sich anschliessen. — Die Beziehung der Läppchen zu den Lebergefässen hat *Kiernan* zuerst richtig aufgefasst, wenn er sagt, dass dieselben den Aestchen der Lebervenen aufsitzen, wie Blätter ihrem Stiele. In der That findet man, wenn man einen kleineren Ast der Lebervenen aufschneidet (Fig. 1004 *bbb*), dass dieselbe von allen Seiten von Leberläppchen umgeben ist und je eine intralobuläre oder centrale Vene aus einem derselben bezieht. Diese Venen, welchen die Leberläppchen mit ihrer Basis aufsitzen, bezeichnet man daher als sublobuläre. Da nun dieses Verhältniss von den Venen mittleren Durchmessers an bis zu den *Venae centrales* ganz gleich sich findet, so kann man nicht ohne Grund die Lebervenen und die Leberläppchen mit einem Baume vergleichen, dessen Aeste so zahlreich und so dicht mit vieleckigen Blättern besetzt sind, dass das Laubwerk so zu sagen nur Eine Masse ausmacht. Denkt man sich nun in diesen Lebervenenbaum von der Seite der Krone her ein anderes verästeltes Gefässsystem so eingeschaltet, dass seine

grösseren Aeste in die Spalten zwischen den Hauptgruppen desselben, die kleineren und kleinsten in die Zwischenräume zwischen die untergeordneten Massen und die Läppchen selbst eindringen, so zwar, dass jedes Läppchen vielfach von den feinsten Zweigchen berührt wird und noch von einem sie begleitenden Bindegewebe Scheiden erhält, so hat man auch das Verhältniss der Pfortader so bestimmt als es möglich ist, sich vorgestellt. — Was die Gallengänge und die Leberarterie anlangt, so begleiten dieselben einfach die Pfortader und bedürfen daher keiner weitern Erwähnung. Die Form der Läppchen ist in der Schweinsleber eine eckige, so dass sie auf dem Quer- und Längsschnitte meist unregelmässige Vier-, Fünf- und Sechsecke bilden.

In der menschlichen Leber ist das Bindegewebe zwischen den Leberinseln im Begleite der *Vena portae* sehr spärlich, und kann weder von Scheiden um die einzelnen Inseln herum noch von einer irgendwie vollständigen Einschliessung derselben durch die Gefässe die Rede sein. Bei der *Cirrhosis hepatis* vermehrt sich dagegen das Bindegewebe



Fig. 1004.

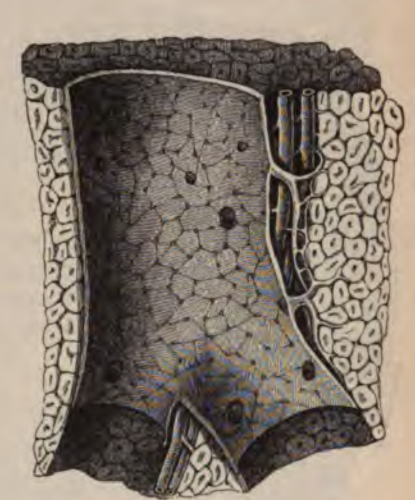


Fig. 1005.

im Lebergewebe ungemein und können dann auch die einzelnen absondernden Abschnitte deutlicher hervortreten oder wirklich als Läppchen ganz geschieden sein. Die rothbraune Lebersubstanz ist weicher, reicher an Flüssigkeit, und sinkt an der Oberfläche und auf Schnitten mehr ein als die andere; auch lässt sich dieselbe leichter abschaben und fällt an feinen Schnitten gern theilweise aus. Die Rindenschicht, die die rothbraunen Flecken netzförmig umgiebt, zeigt schmalere Stellen, *Fissurae interlobulares Kiernan,* und breitere eckige, *Spatia interlobularia,* in denen nicht selten ein Blutpunkt von einem Pfortaderästchen her zu sehen ist, doch nicht so regelmässig, wie in den braunen Stellen, wo derselbe von der *Vena centralis* herrührt und oft sternförmig erscheint. Durch grössere Füllung des Kapillarnetzes kann es geschehen, und nach *Theile* ist dies bei der Mehrzahl gesunder menschlicher Lebern die Regel, dass die *Fissurae interlobulares* verschwinden und die braune Substanz in Gestalt eines Netzes, die gelbe in begrenzten Flecken

Fig. 1004. Segment der Schweinsleber, mit einer geöffneten Lebervene, etwas vergr. *a* Grosse Vene, in die noch keine *Centrales* einmünden; *b* Aeste derselben mit *Centrales* und durchschimmernden Grundflächen der Läppchen. Nach *Kiernan.*

Fig. 1005. Aufgeschnittener Pfortaderast des Schweines mit den ihn begleitenden Aestchen der Leberarterie und des Leberganges. Nach *Kiernan.*

auftritt. *Koelliker* findet ganz frische Lebern meist gleichmässig gefärbt, wie schon oben angegeben wurde. *Kiernan* beschreibt von Kindern auch noch eine Umkehrung der Färbung, die er von einer Ueberfüllung mehr auf Seiten der *Vena portae* abhängig macht, so dass die äusseren Theile der Leberläppchen blutreicher sind als die inneren.

§ 252.

Leberzellen und Leberzellennetz. Ein jedes Leberinselchen enthält wesentlich drei Elemente: 1. ein Netz von Blutgefäss-Kapillaren, die einerseits mit den feinsten Pfortaderästchen zusammenhängen, andererseits zu der centralen Vene desselben, einem der Anfänge der Lebervenen, sich ansammeln, 2. ein Flechtwerk von Fasern und Lymphspalten, welche alle Blutgefässe scheidenartig umhüllen, und 3. ein Balkenwerk von Blättern und Strängen, die aus dicht und unmittelbar aneinander gefügten Zellen, den sogen. Leberzellen, bestehen. Das Balkenwerk der Leberzellen einerseits und das Gefässnetz andererseits, sind so durcheinander gewirkt, dass die Zwischenräume des Balkenwerkes von dem Gefässnetze vollkommen ausgefüllt werden, und wenigstens bei bluthaltigen oder injizirten Gefässen keinerlei Zwischenräume zwischen denselben sich finden. Gallenführende Kanäle kannte man in älterer Zeit im Innern der Leberinselchen nicht mit Sicherheit, nun ist aber durch die vereinten Bemühungen zahlreicher Forscher mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass überall zwischen den Leberzellen feine Kanäle verlaufen, die nichts anderes als feinste Gallengänge sind (Figg. 1006—1008). Die Leberzellen sind die Vertreter des Epithels anderer Drüsenkanäle, bilden jedoch keine einfachen Röhren oder Bläschen wie in anderen Drüsen, deren Lumina die „kapillaren Gallenkanälchen" wären, vielmehr befinden sich diese allerwärts zwischen den Zellen und stellen sich somit eher als Intercellulargänge in einer zusammenhängenden Zellenmasse dar. Abgesehen von diesen Bestandtheilen enthalten die Leberläppchen nichts als eine geringe Menge Bindesubstanz und spärliche Nerven.

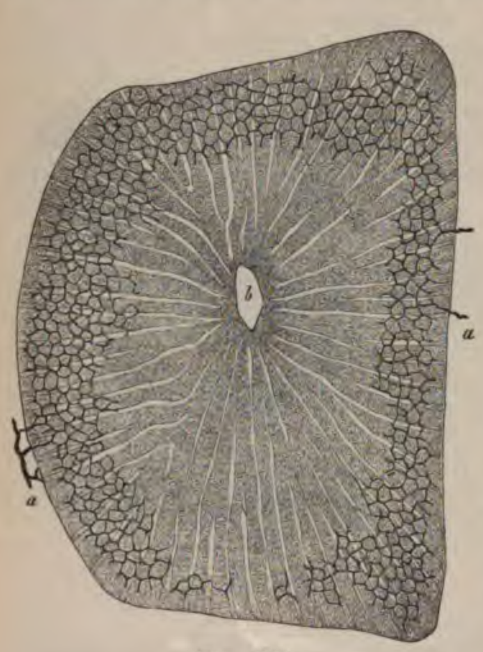


Fig. 1006.

Fig. 1006. Querschnitt eines Läppchens einer vom Gallengange aus mit Berlinerblau injicirten Kaninchenleber. Vergr. 100. *a* Interlobuläre Gallengänge, übergehend in das feine Netz der Gallenkapillaren; *b* *Vena centralis*. Ausserdem sind die Leberzellenbalken und die Blutgefässlücken der Kapillargefässe zwischen denselben sichtbar.

Die mit der grössten Leichtigkeit einzeln sich darstellenden Leberzellen gleichen, bei einer Grösse von 18—26 μ im Mittel, 13—35 μ in den äussersten Grenzen, in der Form im Allgemeinen den Elementen eines Pflanzenparenchyms mit polygonalen Zellen. Immerhin ist ihre Gestalt unregelmässiger, indem jede Zelle zweierlei Flächen besitzt, und zwar einmal vertiefte, die einem kapillaren Blutgefässe zugewendet sind, und zweitens ebene, durch welche die Zellen selbst aneinander grenzen. Aufschlüsse über die Formen der Zellen geben, abgesehen von der Untersuchung isolirter Zellen, Schnitte durch ein Leberläppchen quer durch die Centralvene und parallel derselben. Erstere oder Querschnitte (Fig. 1007) der Leberläppchen zeigen die Zellen meist als in der Richtung der Radien des Schnittes verlängerte 4—5- oder 6-eckige Körper, von denen viele mit einem oder beiden Seitenrändern an Blutgefässräume anstossen, während an Längsschnitten (Fig. 1008 und Fig. 1014) die Zellen im Allgemeinen den Eindruck von Vierecken machen, d. h. mit 4 Flächen aneinander grenzen, ausserdem aber mit rinnenförmigen Flächen an 4 Kapillaren anstossen. Hieraus ergiebt sich als gewöhnliche Form der Leberzellen die von 5—6seitigen kurzen Säulen mit 7 oder 8 Flächen und vier Rinnen für die Blutgefässe (*Koelliker*) oder von Oktaedern mit abgestutzten Spitzen (*Hering*), und würde somit jede Leberzelle an 7—10 Nachbarzellen anstossen.

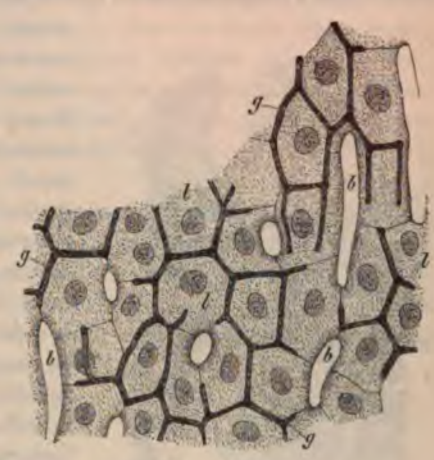


Fig. 1007.

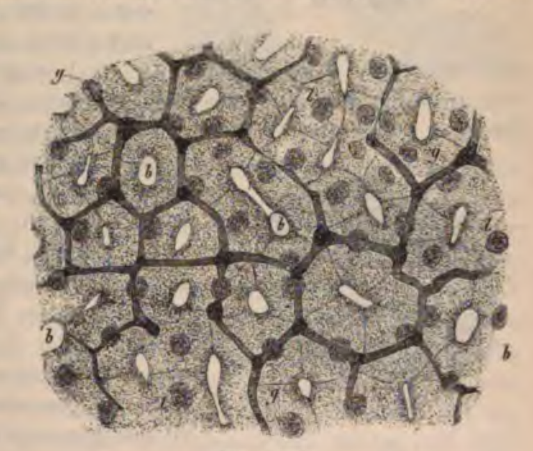


Fig. 1008.

Die Leberzellen sind membranlose Gebilde, doch ist ihre Oberfläche dichter als das Innere und namentlich ist dieses Ektoplasma gegen die Gallenkanälchen stärker verdichtet, und erscheint dort wie ein Cuticularsaum. Die Substanz der Leberzellen erscheint von feinkörniger Struktur und enthält einen fast kugeligen, bläschenförmigen 6—9 μ grossen Kern mit spärlichem Chromatingerüste und Kernkörperchen.

Fig. 1007. Theil eines Querschnittes eines Leberläppchen des Kaninchens. 400mal vergr. *b* Blutkapillaren; *g* Gallenkapillaren; *l* Leberzellen.

Fig. 1008. Theil eines tangentialen Längsschnittes eines Leberläppchens des Kaninchens. Vergr. 400. Die Zeichnung von *Karl Genth*. Buchstaben wie in Fig. 1007.

Da und dort findet man einzelne Leberzellen von grösseren Dimensionen mit auffallend grossen Kernen, welche fast den doppelten Durchmesser jener der gewöhnlichen Zellen erreichen. Gegen Kernfärbemittel verhalten sich die Kerne der Leberzellen nicht gleichmässig. Neben solchen, welche sich stark färben finden sich andere, die den Färbestoff nur wenig oder fast gar nicht aufnehmen. Nicht selten, oft auf grössere Strecken in allen Zellen, finden sich doppelte Kerne, welche nach den neuesten Ermittlungen *Fr. Reinke*'s (in Verhandl. d. anat. Ges. XII. Vers. 1898) durch direkte Theilung der grossen Leberzellenkerne entstehen (Fig. 1012). In den Leberzellen von Myxine, der Frösche, Nattern und von Echidna fand *H. Braus* neben dem Kerne einen Nebenkörper, welchen er für Archiplasma hält, da aus ihm bei Myxine während der Mitose Spindelfasern sich bilden. *Niessing* (in Arch. f. mikr. Anat. 46. Bd.) wies in den ruhenden Leberzellen zwei Centralkörper nach. Wie *R. Heidenhain* (in *Hermann*'s Handb. der Physiologie V. Bd. S. 221) ermittelte, sind bei Hunden 12—14 Stunden nach reichlicher Nahrungsaufnahme die Leberzellen mit Schollen und Körnern von Glykogen durchsetzt, welche bei Alkoholhärtung als solche nachweisbar sind, nach Behandlung der Schnitte mit wässerigen Flüssigkeiten aber in Lösung gehen und nun die Leberzellen von grossen Vakuolen oder von zusammenhängenden, wie leer erscheinenden Räumen, durchsetzt erscheinen lassen, zwischen welchen netzartig angeordnete, körnige Stränge hindurchziehen. Bei länger dauernder Fütterung von Hunden mit fettreicher Nahrung bilden sich, wie *Frerichs* fand, in den Leberzellen reichlich Fetttröpfchen, welche bei geänderter Ernährung wieder schwinden. Schon früher hatte *Koelliker* (in Würzb. Verh. Bd. VII) die Fetterfüllung der Leberzellen bei saugenden Thieren als eine regelmässige Erscheinung gefunden. Fetttröpfchen verschiedener Grösse gehören nun auch zu den gewöhnlichen Vorkommnissen in den Leberzellen des Menschen und ist ein mässiger Grad von Fettinfiltration, der stets die Zellen der peripheren Theile der Läppchen zuerst ergreift, nicht als pathologisch zu bezeichnen.



Fig. 1009.



Fig. 1010.

Fig. 1009. Schnitt durch das Gewebe zwischen den Leberläppchen. *Müller*'s Fl., Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 112. *B* Interlobuläres Bindegewebe; *a* Arterienästchen; *g* Gallengänge; *l* Leberzellen; *p* Pfortaderäste.

Fig. 1010. Querschnitt durch eine centrale Vene eines Leberläppchens. *Müller*'s Flüss., Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 112. *l* Leberzellenstränge mit Pigmentkörnchen; *v* Centralvene; *v'* Einmündung kleiner Venenästchen.

Für das freie Auge macht sich stärkere Fettinfiltration als gelbe Färbung der Peripherie der Läppchen bemerkbar. Ausser Fetttropfen findet man in den Leberzellen gelbe bis gelbbraune Farbkörnchen, welche kaum über 2 μ gross sind und gegen Reagentien gerade so, wie der innerhalb des Darmkanales niedergeschlagene Gallenfarbstoff sich verhalten, in dem sie durch Salpetersäure keine Farbenveränderung erleiden und in kaustischen Alkalien sich nicht lösen. Wie sehr reichliche Fettinfiltration, so sind auch grössere Mengen von Farbstoffkörnchen in den Leberzellen bereits als krankhaft zu bezeichnen. Im Gegensatze zur Fettinfiltration, zeigt sich die Anhäufung von Pigment stets zuerst in den centralen Theilen der Leberläppchen.

Von der Anordnung der Leberzellen in den Leberläppchen macht man sich die beste Vorstellung, wenn man sich das Läppchen als eine zusammenhängende Masse von Zellen denkt, in welcher ein dichtes Kanalnetz für die Blutgefässe (und Lymphräume) ausgegraben ist. Wenn man ferner weiss, dass die Blutgefässe eine mittlere Breite von 9—12 μ und die von den Leberzellen eingenommenen Maschen ihres Netzes einen Durchmesser von 22—33 μ im Mittel besitzen, so ist auch der Antheil der Gefässe und Leberzellen an der Bildung der Leberläppchen im Allgemeinen hinreichend bezeichnet.

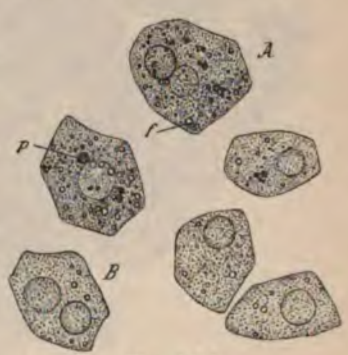


Fig. 1011.

Zur richtigen Auffassung der Einzelnheiten ist vor Allem nöthig zu wissen, 1. dass die Blutgefässe der Leberläppchen vorwiegend radiär, d. h. von der Oberfläche gegen die Centralvene verlaufen, und nur durch kurze Seitenanastomosen so verbunden sind, dass in der Richtung des Hauptverlaufes der Gefässe verlängerte Maschen entstehen, und 2. dass die Zwischenräume zwischen den radiären Kapillaren in der Regel gerade dem Durchmesser einer Leberzelle entsprechen. Fertigt man nun Quer- und Längsschnitte von Leberläppchen an (Fig. 1007 u. 1008), so erscheinen die Leberzellen in Form von netzförmigen, verbundenen, einfachen Reihen mit spaltenförmigen Gefässlücken in dem einen, rundlichen Zwischenräumen in dem andern Falle und hat dies *Koelliker* seiner Zeit Veranlassung gegeben, diese Reihen als Leberzellenbalken zu bezeichnen. Da jedoch dieser Name zum Glauben Veranlassung geben könnte, als ob die Leberzellen zu cylindrischen Massen zusammengefügt wären, was nicht der Fall ist, so vertauschte er denselben (5. Auflage d. Handb.) mit der Bezeichnung „Leberzellenblätter", durch den ausgedrückt werden soll, dass die Leberzellen in platten Zügen um die Gefässe herumstehen. Dem Gesagten zufolge bilden die Leberzellenblätter ein Fächerwerk, dessen Lücken von den Kapillaren eingenommen sind. Die Dicke dieser Blätter im Längsschnitte der Leberläppchen (Fig. 1008), ist nicht grösser als die Breite einer Leberzelle, im Querschnitte dagegen erscheinen sie mehr als zusammenhängende Lamellen,

Fig. 1011. Leberzellen frisch in Kochsalzlösung. Vergr. 530. *A* und *B* mit zwei, die übrigen mit Einem Kerne; *f* Fetttröpfchen; *p* Pigmentkörner.

welche nur von Stelle zu Stelle, in Entfernungen, die um 3—4 Leberzellen auseinanderstehen, durch eine Lücke für die Seitenäste der Kapillaren unterbrochen sind. Man könnte daher auch sagen, dass die Leberzellenblätter ein Fachwerk mit cylindrischen, radiär gestellten Lücken bilden, welche in grösseren Zwischenräumen durch kurze Quer- und Längskanäle zusammenhängen.

Das Verhalten der einzelnen Leberzellen zu den Blutgefässen ist von der Weite und Anordnung der letzteren abhängig. Wo die Gefässe weiter sind, wie an der Oberfläche und in der Mitte der Läppchen, werden dieselben im Querschnitte von je 5—9 Zellen begrenzt, im entgegengesetzten Falle dagegen (Fig. 1008) nur von 3—5 Zellen, mit anderen Worten ausgedrückt kommt im letzteren Falle jede Zelle mit 3—4 Kapillargefässen in Berührung, im ersteren meist nur mit Einem oder zweien. Jenes Verhalten (Fig. 1014) hat übrigens bei Weitem die grössere Verbreitung, was in physiologischer Beziehung gewiss alle Beachtung verdient.

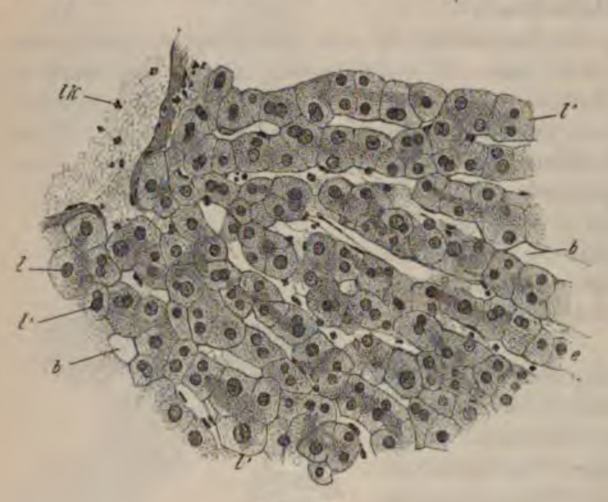


Fig. 1012.

In den Leberzellenblättern verlaufen die feinsten „kapillären Gallengänge“, allerwärts von Leberzellen umgeben, doch stehen beim Menschen und den höheren Thieren die Zellen und die, die Galle aufnehmenden Hohlräume nicht in dem Verhältnisse, das sonst Drüsenzellen und Drüsenkanäle zeigen, und hat es daher auch lange gedauert, bis der feine Bau des absondernden Lebergewebes richtig erkannt wurde.

Am besten geht man bei der Schilderung der feinsten Gallengänge von der Leber der Amphibien aus, die nach *Hering*'s, von *Eberth* bestätigter Entdeckung mehr dem Bau gewöhnlicher röhrenförmiger Drüsen sich nähern. In der Leber von Coluber natrix (Fig. 1013) finden sich, nach den Mittheilungen *Herings*, an der Stelle der Leberzellenbalken der Säuger dickwandige Kanäle mit feinem Lumen, die im Wesentlichen den Bau der Elemente röhrenförmiger Drüsen haben. Genauer bezeichnet haben diese absondernden Lebergänge ein einschichtiges Epithel von grossen Zellen, so dass fünf und mehr Zellen im Umkreise des Kanales stehen, dessen Lichtung nur $^1/_{12}$—$^1/_{15}$ des Durchmessers der Drüsenschläuche beträgt. Im Uebrigen bilden diese Gänge ein enges

Fig. 1012. Querschnitt durch den centralen Theil eines Leberläppchens vom Hingerichteten. Alkohol, Hämatox., Eosin. Vergr. 200. *b* Blutkapillaren; *e* Leberzellen zum Theil auffallend gross mit *l'* zwei Kernen und mit Kernen in verschiedenen Stadien der direkten Theilung; *lk* Leukocyten in der Centralvene.

Netz, dessen Maschen im Allgemeinen einen kleineren Durchmesser haben als die Schläuche selbst und von den Blutgefässen eingenommen sind. In der Nähe der Pfortaderzweige treten an die Stelle der grossen Epithelzellen der Lebergänge (d. h. der Leberzellen) kleine Pflasterepithelzellen, jedoch so, dass meistens die letzten Leberzellen kleiner sind und kleinere Kerne zeigen als die übrigen. Zugleich wird die Lichtung der Gallenwege aber nur langsam weiter.

Nach *Hering* hat die Leber der Fische, Reptilien und Vögel überhaupt einen tubulösen Bau, wie durch die neueren Untersuchungen, insbesondere von *G. Retzius* und *H. Braus* mit Hilfe der *Golgi*-Methode bestätigt ist und *Braus* hat auch für Echidna netzförmig verbundene Schläuche nachgewiesen.



Fig. 1013.

Nach *Hering* kann man von dem tubulösen Baue der Leber der Fische, Reptilien und Vögel schon an Schnitten des erhärteten, nicht injizirten Organes sich überzeugen, wenngleich es nur in seltenen Fällen möglich ist, die Lichtung des Gallenweges als kleine Oeffnung zu erkennen. Dasselbe gilt aber, wie *Hering* mit Recht anführt, auch von den meisten anderen Drüsen, deren Lichtung im Allgemeinen viel enger ist, als man sie gewöhnlich abbildete. Wesentlich dasselbe wie *Hering* fand *Eberth* für die Amphibien, welche zwar einige Besonderheiten zeigen, und die neueren Untersuchungen, namentlich jene mit Hilfe der *Golgi*-Methode, ergaben eine noch nähere Uebereinstimmung des Baues mit jenem der serösen tubulo-acinösen Drüsen, insoferne hier wie dort, ausser

Fig. 1013. Aus der Leber einer Ringelnatter, deren Gallengänge *g* mit Berlinerblau, die Gefässe *b* mit Leim und Karmin injicirt wurden; *l* Leberzellen. Vergr. 270. Nach *Hering*.

der Lichtung des Drüsenschlauches noch Sekretkapillaren (Seitenkapillaren *Eberth, Braus*), welche zwischen die Zellen eindringen, vorhanden sind.

Geht man nun mit der Kenntniss des eben geschilderten Baues der Leber der niederen Wirbelthiere an die Prüfung der Leber der Säuger, so findet man, wie *Hering* zuerst mit Recht meldet, dass dieselbe sehr abweichend gebaut ist und keine Spur eines eigentlichen tubulösen Baues darbietet. Zwar finden sich auch hier, wie die Injektionen seit *Budge, Andrejevic* und *Mac Gillavry* nachgewiesen haben, feinste Gallengänge oder Gallenkapillaren in den Leberläppchen, die mit den Lumina der interlobulären Gallengänge in offener Verbindung stehen, und haben hier wie dort die Leberzellen die Bedeutung eines Epithels der feinsten Gallengänge; allein es bilden diese Epithelzellen keine besonderen Röhren, selbst nicht einmal der einfachsten Art, von denen jede eine Gallenkapillare enthielte, vielmehr verlaufen diese mehr nach Art von Intercellulargängen überall, wo zwei Leberzellen sich berühren.



Fig. 1014.



Fig. 1015.

Das genauere Verhalten der Gallenkapillaren, die an guten Injektionen durch ihre drehrunde Gestalt, ihren meist geraden Verlauf und durch den Mangel von Erweiterungen an den Knotenpunkten sich auszeichnen, und deren Durchmesser zwischen 1,2—1,5—2 μ schwankt, ist folgender. An Schnitten, welche eine grössere Zahl Blutkapillaren quer getroffen haben, ergiebt sich, dass überall, wo zwei Leberzellen sich berühren, so ziemlich in der Mitte der Berührungsfläche, der Querschnitt einer Gallenkapillare sichtbar ist (Fig. 1014). Diese radialen Gänge, wie *Koelliker* sie nannte, erscheinen an allen nicht die äusserste Grenze der Feinheit erreichenden Schnitten (Fig. 1008) durch transversale Ausläufer verbunden, und entstehen so polygonale Maschen von 18—24—35 μ Weite, welche die Blutkapillaren umkreisen und beiläufig um die Hälfte oder den dritten Theil des Durchmessers einer Leberzelle von denselben abstehen. Wie die radialen Gallenkapillaren zwischen den Seitenflächen der Leberzellen, so liegen die

Fig. 1014. Sehr feiner Schnitt quer durch die Hauptzüge der Blutgefässe (parallel der Centralvene) aus einem Leberläppchen des Kaninchens. Man sieht die leeren Blutgefässe, die Querschnitte der injicirten Gallenkapillaren und die Leberzellen. Vergr. 350. Die Zeichnung von *Karl Genth*.

Fig. 1015. Theil eines Querschnittes eines Leberläppchens des Kaninchens. 350mal vergr. Die grösseren Lücken entsprechen den Blutgefässen. An den radialen Gallenkapillaren sieht man besonders rechts die transversalen Aeste im Querschnitte und in Längsansichten. Wegen der Feinheit des Schnittes ist vom Netz der Gallenkapillaren nicht viel zu sehen. Die Zeichnung von *Karl Genth*.

transversalen Gänge zwischen den Endflächen je zweier Zellen, wie dies Schnitte deutlich zeigen, die die Blutkapillaren mehr in Längsansichten zeigen (Figg. 1007, 1015), an denen die einzelnen Leberzellen von polygonalen Maschen der Gallenkapillaren mehr weniger vollkommen umgeben erscheinen. Dem Gesagten zufolge ist jede Leberzelle an jeder Fläche mit je einer Gallenkapillare in Berührung, mit anderen Worten, es steckt jede Zelle in einer von 7—10 Kapillaren des feinsten Gallengangnetzes gebildeten Masche. Die Gallenkapillaren verlaufen übrigens nicht regelmässig in zwei unter rechten Winkeln sich kreuzenden Richtungen, vielmehr bilden dieselben, entsprechend der polygonalen Form der Leberzellen, an Querschnitten der Läppchen, parallel den Hauptzügen der Blutkapillaren, vorwiegend polygonale Maschen, deren Durchmesser im Allgemeinen dem einer Leberzelle gleichkommt.

Die Gallenkapillaren verlaufen niemals an den schmalen, vertieften Flächen oder den Kanten der Leberzellen, die den Blutkapillaren zugewendet sind, wie *Mac Gillavry* gegen *Andrejevic* und *Brücke* mit Unrecht behauptet hatte. An den einander zugewendeten Seiten der Zellen scheinen sie auch nie längs der Kanten, deren Enden an Blutgefässe angrenzen, dahin zu ziehen, sondern immer nur zwischen zwei Flächen sich zu finden und die Kanten nur zu kreuzen. Die Gallenkapillaren sind Intercellulargänge eigener Art, welche von den echten Drüsenkanälen, die allerdings auch solche Gänge darstellen, dadurch sich unterscheiden, dass sie immer nur von einem kleinen Bruchtheile der gegen das Lumen gerichteten Zellenwand begrenzt werden und somit sehr eng sind. In jeder anderen Drüse ferner sind die Zellen stets nur mit einer Wand an der Bildung der eigentlichen Drüsenkanäle betheiligt, bei den Leberzellen dagegen gilt dies von allen Wandungen mit Ausnahme derer, die an die Blutkapillaren grenzen, und giebt es keine andere Drüse, deren Elemente eine so vielseitige Beziehung zur Absonderung zeigen, wie die Leber. Diese Ausnahmsstellung der Leber gegenüber allen anderen Drüsen erscheint allerdings heute nicht mehr so grell, wie vor 30 Jahren, nachdem in vielen Drüsen zwischen den sich berührenden Flächen der Zellen Sekretkapillaren nachgewiesen sind, welche erst in die Lichtung des eigentlichen Drüsenganges einmünden. Man könnte daher den Bau der Säugethierleber auch so auffassen, dass in Folge reichlicher Verbindungen der Sekretkapillaren unter einander die eigentlichen Drüsengänge ganz geschwunden sind und die Gallenkapillaren nur ein System von Sekretkapillaren darstellen. Diese Vorstellung hat sowohl mit Rücksicht auf die Struktur der Leber der niederen Wirbelthiere, als im Hinblicke auf die embryonale Entwicklung der Säugethierleber eine gewisse Berechtigung.

Bindesubstanz findet sich im Innern der Leberläppchen in Form eines Fasersystemes, welchem auch besondere Zellen angehören, zwischen den Leberzellenblättern und den kapillaren Blutgefässen und hängt dasselbe einerseits mit der Wand der Centralvene, anderseits mit dem interlobulären Bindegewebe zusammen. Dieses Fasersystem, an gewöhnlichen Leberschnitten nur spurenweise sichtbar, wurde zuerst von *His* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X. S. 340 Tab. XXVIII, Fig. 14) theilweise erkannt und von *Henle* (*Splanchn.*) und *Koelliker* (Handb. 5. Aufl. S. 433) ebenfalls gesehen. *v. Kupffer* bezeichnet dieses Fasersystem, welches er mittelst Goldchlorid sichtbar machte, als Gitterfasern; *Oppel* (in Anat. Anz. VI. S. 165) hat dieselben vom Menschen auf Grund einer

eigenthümlichen Silbermethode (in Anat. Anz. V. S. 144) genauer beschrieben. Es sind theils stärkere Radiärfasern, welche dem Verlauf der Blutkapillaren folgen, theils feine, dichte Fasernetze, welche die Blut- und Lymphräume umspinnen. *E. v. Fleischl* beschrieb ein Bindegewebsnetz aus den Leberläppchen auf Grund von ausgepinselten Präparaten. Bei Thieren, welche zum Theil eine andere Anordnung der Fasernetze zeigen, wurden die Gitterfasern mittelst der Goldmethode zuerst von *Nesterowsky* (in *Virchow*'s Arch. Bd. 63) dargestellt, aber für Nerven gehalten, was *v. Kupffer* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 12) richtig stellte. Später verfiel *Rattone* nochmals in den Irrthum *Nesterowsky*'s, wurde aber von *G. Martinotti* (in Giorn. della R. Accad. di Med. Torino 1889) berichtigt. *M. Miura* (in *Virchow*'s Arch. Bd. 97) untersuchte die Fasern ebenfalls mit der Goldmethode und ist, wie *v. Kupffer*, geneigt, das ganze Fasersystem als ein elastisches zu halten, während *Mall* dasselbe, wie das Reticulum des adenoiden Gewebes, als Fasern besonderer Art, die weder elastischer, noch kollagener Natur sind, betrachtet. Da jedoch, wie *ich* mich überzeugte, die Gitterfasern in Orcein sich nicht färben, während gleichzeitig die reichen elastischen Fasernetze im interlobulären Bindegewebe und um die Lebervenen scharf hervortreten, ferner mit Natronlauge quellen, während wiederum gleichzeitig die oben erwähnten elastischen Fasernetze deutlich werden, sind die Gitterfasern auf keinen Fall elastische Fasern. Ich halte sie, wie schon *v. Fleischl*, *Ewald* und *Kühne* und in neuerer Zeit *Moise Frenkel* (in Compt. rend. hebd. de la soc. de Biologie. Ser. IX, T. IV. 1892) für kollagene Bündel und Bündelchen, da sie wie feine Bindegewebsbündel eine fibrilläre Streifung zeigen, und die anscheinende Verästelung beruht, wie *ich* glaube, nur auf der Abzweigung feinster Fibrillenzüge aus den dickeren Bündeln. Dass sich die Gitterfasern nach Goldbehandlung und Chromsilberlackimprägnation meistens viel dunkler, als das Bindegewebe zwischen den Läppchen färben, ist wohl nicht von wesentlicher Bedeutung, da das Resultat von Metallimprägnationen oft mehr von der Anordnung und Umgebung, als von der chemischen Beschaffenheit der Gewebeelemente abhängt.



Fig. 1016.

Ausser den Gitterfasern finden sich in den perivaskulären Räumen noch Bindegewebszellen, welche zwar schon lange bekannt sind, jedoch erst von *v. Kupffer* und *P. Rothe* (l. c.) genauer beschrieben und an Goldpräparaten für sich dargestellt (Fig. 1016) wurden und gegenwärtig mit dem Namen der *v. Kupffer*'schen Sternzellen bezeichnet werden. Es sind dies kleine ästige Zellen, welche mit ihrem Körper an die Blutkapillaren sich anlegen und mit ihren zum Theil sehr feinen Fortsätzen zwischen die Leberzellen eindringen und

Fig. 1016. Schnitt von der Leber des Hundes. Goldpräparat von Prof. v. *Kupffer*. Vergr. 200. *g* Gefässräume; *l* Leberzellen; *st* v. *Kupffer*'sche Sternzellen.

unter Umständen, wie *Platen* (in Arch. f. path. Anat. Bd. 74) fand, reichlich Fetttröpfchen enthalten können. *Asch* beobachtete bei perniciöser Anämie eisenhaltiges Blutpigment in denselben (über Ablagerung von Fett und Pigment in den Sternzellen der Leber. Bonn 1884. Diss.). *Ponfick* hat in den Leberläppchen perivaskuläre Zellen gefunden, welche, nach Injektion von feinkörnigem Zinnober in das Blut der lebenden Thiere, sich massenhaft mit Zinnober beladen. *v. Kupffer* und *R. Heidenhain* (l. c.) halten diese von *Ponfick* (in *Virch.* Arch. Bd. 58. S. 1) beschriebenen Zellen für identisch mit den Sternzellen. Ob ausser den Gitterfasern und Sternzellen, welche letztere nach den neuesten Untersuchungen *v. Kupffer's* (in Verh. d. anat. Ges. XII. Vers. in Kiel 1898 S. 80) Theile der Kapillarwand selbst, also eigenthümliche Endothelzellen sind, auch noch eine besondere *Membrana propria* vorhanden ist, welche die Leberzellen gegen die perivaskulären Räume abschliesst, was man nach Analogie der anderen Drüsen annehmen möchte, ist zum mindesten zweifelhaft, jedenfalls nicht erwiesen und mit Rücksicht auf das leichte Uebertreten von Injektionsmasse aus den Gallenkapillaren in die Räume um die Blutkapillaren und in letztere selbst sehr unwahrscheinlich (siehe § 253 Lymphgefässe).

Die feinere Anatomie der Leber ist durch Untersuchungen, welche vor mehr als 30 Jahren ausgeführt wurden, in ein ganz neues Licht getreten, und lässt sich erst seit jener Zeit sagen, dass ein einigermassen gesicherter Abschluss in der Erkenntniss des schwer verständlichen Organes gewonnen wurde. Indem mit Bezug auf frühere Anschauungen auf *Koelliker's* Mikrosk. Anat. und die früheren Auflagen dieses Handbuches, sowie auf *Henle's* Splanchnologie verwiesen wird, sei hier nur die allmähliche Entwicklung der jetzt geltenden Anschauungen kurz angedeutet.

Nachdem es *Gerlach* schon gelungen war, die Ausläufer der interlobulären Gallengänge wenigstens bis in die oberflächlichen Schichten der Läppchen hinein zu verfolgen, ohne jedoch über den Bau und die Beziehungen derselben zu den Leberzellen zu weiteren Aufschlüssen zu gelangen, glückte es im Jahre 1859 *J. Budge* zum ersten Male, die wirklichen feinsten Gallengänge im Innern der Leberläppchen zu injiciren. Nach ihm gehen die interlobulären Gallengänge, nachdem sie bis zu 9—11 μ sich verengt haben, plötzlich in kapillare Gallenkanälchen von 4—5 μ über und bilden als solche durch das ganze Läppchen ein Netz von polygonalen Maschen, von denen jede, nach den Abbildungen zu schliessen, nur Eine Leberzelle enthält. Noch vor *Budge* hatte auch *H. D. Schmidt* in Philadelphia angegeben, dass es ihm gelungen sei, die kapillaren Gallengänge der Leberläppchen einzuspritzen und die strukturlosen Wandungen derselben aus frischen Lebern zu isoliren, und ist nach allem wohl anzunehmen, dass ihm wenigstens das erstere geglückt sei; doch sind seine Abbildungen (Fig. 1 u. 2) sehr abweichend von dem, was wir jetzt als die Anordnungen der feinsten Gallengänge kennen, und hat *Schmidt* nur Eine Figur (3), die der Wahrheit sich nähert.

Auf diese Vorläufer folgten dann die bedeutenden Arbeiten von *Andréjevic* und *Mac Gillavry*. Nach *Andréjevic* dringen von den mehrfachen interlobulären Gallengängen von allen Seiten Aeste in die *Lobuli* hinein, welche ihren baumförmig verzweigten Charakter bis zu einer grösseren oder geringeren Tiefe beibehalten und dann in ein feines, das ganze Läppchen durchziehendes Netz zerfallen, dessen 1,47—1,51 μ weite, drehrunde Kanälchen den Kanten, dessen Knotenpunkte den Ecken der Leberzellen anliegen, so jedoch, dass jeder kleinste Gallengang rings von Leberzellen umgeben ist, und die Kanten der Zellen, die den Blutgefässen anliegen, keine solchen Kanäle zeigen, ebensowenig diejenigen, die gegen die Blutgefässe verlaufen. *Andréjevic* beschreibt ferner ganz gut die Bilder von Quer- und senkrechten Schnitten der Läppchen und lässt die Frage offen, ob die feinsten Gallenkanälchen eine Membran besitzen oder nicht, obschon er eher zur Bejahung derselben geneigt ist. *Mac Gillavry* verdanken wir die ersten im Ganzen gelungenen Abbildungen der feinsten Gallenkanäle, die er im Wesentlichen wie *Andréjevic* auffasst. Nach ihm finden sich in jedem Leberläppchen

zwei Netze, deren Maschen jede beliebige Richtung zu einer festen Ebene annehmen können. Der von einer Masche umgrenzte Flächenraum ist in der Regel eine krumme Fläche und wohl selten eine Ebene. Das eine Netz (die Blutgefässe) hat grosse, das andere kleine Maschen, beide setzen sich durcheinander fort, und bleibt es dem Zufall überlassen, ob die Röhren beider Systeme sich berühren, umstricken oder unabhängig von einander verlaufen. *Mac Gillavry* ist somit anderer Ansicht als *Andréjevic* und *Brücke* (Wiener Sitzber. 50, II), nach welchen Gallenkapillaren und Blutgefässe niemals sich berühren; stimmt dagegen darin mit *Andréjevic* überein, dass auch er für eine Membran der feinsten Gallengänge sich ausspricht und dieselbe in der That beobachtet zu haben angiebt.

Die wichtigen Angaben von *Andréjevic* und *Mac Gillavry* wurden bald von *Frey* und *Irminger* bestätigt, welche im Einzelnen ganz an den letztgenannten Beobachter sich anschliessen und die Weite der Gallenkapillaren zu 1,3—2,8 μ und die ihrer Maschen beim Kaninchen im Mittel zu 17 μ im längeren und zu 14 μ im queren Durchmesser angeben. In demselben Sinne äusserte sich *Chrzonszczewsky*, gestützt auf natürliche Injektionen der Gallenkapillaren mit Indigkarmin, einer neuen, sinnreichen, von ihm erfundenen Methode, und auch *Hyrtl* nahm auf Grund seiner Injektionen für die Amphibien geschlossene Netze feinster Gallengänge an, welche die Leberzellen einschliessen.

So kamen alle zuletzt aufgeführten Beobachter in dem Einen Ergebnisse zusammen, dass in der Leber ein besonderes System kapillarer Gallengänge zwischen den Leberzellen und Blutgefässen vorkomme; allein es fehlte immer noch Manches zu einem vollen Verständnisse des Organes, und waren namentlich weder die genaueren Beziehungen der Gallenkapillaren zu den grösseren Gallengängen nachgewiesen, noch auch der Versuch gemacht, den Bau der Leber mit dem anderer Drüsen zu vergleichen und mit demselben in Einklang zu bringen. Da kamen die Untersuchungen von *Hering* und *Eberth*, und diesen gelang es endlich, diese schwierige Frage ihrem Abschlusse nahe zu bringen. Durch glückliche Injektionen der Lebern niederer Wirbelthiere wurde von diesen Forschern dargethan, dass die Leber denn doch nicht bei allen Vertebraten von dem Baue einer gewöhnlichen Drüse so weit sich entfernt, als es bei den Säugern der Fall zu sein scheint, und so eröffnete sich dann auch eher die Möglichkeit eines Verständnisses des Organes dieser Geschöpfe. Es stimmen übrigens in Betreff der Auffassung der Leber der Säuger *Eberth* und *Hering* nicht ganz überein. Nach *Eberth* wiederholen die Säugethiere im Wesentlichen die Verhältnisse der niederen Wirbelthiere, und besteht der Hauptunterschied derselben von den ersteren, abgesehen von dem kleineren Kaliber der Gallenkapillaren, in der reicheren Verästelung und Anastomosirung der Kanäle. Zur Erleichterung des Verständnisses denke man sich, sagt *Eberth*, dass die mit Epithel ausgekleideten Kanälchen des interlobulären Gallengangnetzes bald ziemlich plötzlich, bald allmählich bis zum Durchmesser der Leberzellenbalken anschwellen, indem die einzelnen Zellen des Epithels, jedoch mit Beibehaltung der Kanallichtung, sich vergrössern, und man habe ein Schema von der Art des Zusammenhanges zwischen den Gallenwegen und dem Leberparenchym. Die Leberzellen seien sonach die eigentlichen Epithelien der kapillaren Gallenwege, und das Lumen dieser entspreche dem Lumen der grösseren Gänge. Nach *Eberth* besitzen ferner auch bei Säugern die Gallenkapillaren eine besondere Wandung. Dieselbe sei eine doppelt contourirte, zarte Membran, die schon in den feinen interlobulären Gallengängen als *Cuticula* des einschichtigen Plattenepithels auftrete, auch in den Gallenkapillaren dieselbe Bedeutung besitze und keine Spur einer Zusammensetzung aus Zellen zeige.

Nach *Hering* ist der Bau der Leber der Säugethiere sehr abweichend von dem der niederen Wirbelthiere, und schildert er die Verhältnisse derselben beim Kaninchen wie folgt: Die Blutkapillaren einer Leberinsel verlaufen vorherrschend radial vom freien Ende und vom Stamme der Centralvene aus nach der Peripherie, theilen sich wiederholt spitzwinklig dichotomisch und liegen so dicht bei einander, dass je zwei benachbarte nur um den Durchmesser einer Leberzelle von einander abstehen. Diese radial verlaufenden Kapillaren kommuniziren untereinander durch quere Anastomosen, die jedoch viel spärlicher sind als jene, so dass ein Netz mit langen, radial gestellten Maschen entsteht, welche vollständig von den Leberzellen ausgefüllt sind. Jede Leberzelle ist im Allgemeinen zwischen je vier, seltener zwischen drei der radial verlaufenden

Kapillaren eingezwängt und steht ausserdem noch mit 8—10 Nachbarzellen mit je einer ebenen Fläche in Berührung. Jede Kante einer Leberzelle liegt entweder ihrer ganzen Länge nach einer Blutkapillare an oder stösst wenigstens mit beiden Enden je an eine Kapillare. Je zwei sich mit Flächen berührende Leberzellen sind durch eine Scheidewand getrennt, welche zwischen den Kapillaren ausgespannt ist. In der Mitte dieser Scheidewände verlaufen die intralobulären Gallenkanälchen. Diese berühren nirgends die Blutbahnen, was sie thun müssten, wenn sie an den Zellenkanten verliefen, wie *Andréjevic* irrig annahm. Da, wie es scheint, in jeder Zellenscheidewand ein Gallenkanal verläuft und die Gallenkanäle der einzelnen Scheidewände untereinander zusammenhängen, so bilden sie ein Netz mit polygonalen Maschen vom Durchmesser der Leberzellen. Jede Zelle ist im Allgemeinen von zwei Maschen dieses Netzes eingeschlossen, deren Ebenen sich annähernd rechtwinklig durchschneiden.

Die interlobulären Gallengänge, an denen *Hering* keine besondere Wandung findet, gehen in die intralobulären derart über, sagt *Hering* weiter, dass sich die letzteren meist rechtwinklig von den ersteren abzweigen, entweder, indem sie zunächst zwischen die kleinen Zellen des einschichtigen Pflasterepithels treten, an welchen dann sofort die grösseren Leberzellen anliegen, zwischen welchen der abgezweigte Gang weiter verläuft, oder aber die Wand des interlobulären Ganges wird an der, der Leberinsel zugekehrten Seite schon selbst von Leberzellen gebildet, während die andere Seite noch von den kleineren Epithelzellen hergestellt wird, und der abgezweigte Gang tritt dann sofort zwischen die Leberzellen selbst. Bisweilen finden sich auch deutliche Uebergänge zwischen beiden Zellenarten. — Bei keiner von 10 untersuchten Säugethierspecies vermochte *Hering* einen eigentlich tubulösen Bau zu erkennen, wie ihn *Beale* angenommen hatte, und sei die Auffassung dieses Forschers nur insofern zutreffend, als ihr zufolge die Leberzellen als Drüsenepithel anzusehen seien.

Die Leber der Fische, Reptilien und Vögel, schliesst *Hering*, passe ohne Weiteres in das Schema einer netzförmig angeordneten tubulösen Drüse, die des Säugethieres lasse sich in diesem Schema nur unterbringen, wenn man es erweitere. Denn die Säugethierleber biete uns das durchaus neue Beispiel einer Drüse, deren Absonderungsgänge zwar auch vom Drüsenepithel umschlossen und durch dasselbe von den Blutbahnen getrennt seien, in welcher aber einerseits die Berührungsfläche zwischen dem Blutgefässsysteme und dem Drüsenepithel dadurch eine enorme Grösse erreiche, dass jede Drüsenzelle mit 3—4 Blutkapillaren in Berührung sei, andererseits die Absonderungsgänge dadurch eine erstaunliche Gesammtlänge erlangen, dass jede Drüsenzelle mit jeder ihrer 8—10 Nachbarn einen besonderen Kanal für das Sekret bilde.

Koelliker hat zuerst durch von *Eberth* ihm freundlichst übersandte Präparate und eingespritzte Lebern von diesen Verhältnissen Anschauungen gewonnen. Später erweiterte er durch zahlreiche eigene Injektionen von Säugethierlebern mit Berlinerblau, nach *Ludwig*'s und *Hering*'s Methode, seine Erfahrungen, und hat ihn eine sorgfältige Untersuchung vieler Schnitte zu Ergebnissen geführt, die mit den von *Hering* erhaltenen fast ganz und gar übereinstimmen. — Sonderbarerweise führten diese wieder ganz nahe an die alte *Henle*'sche Hypothese von den Intercellulargängen heran (Allg. Anat. S. 906) und schienen diejenigen Recht zu behalten, welche das Vorkommen von echten Drüsenkanälen in der Leber verneinten. Anderseits war aber auch die Auffassung derjenigen berechtigt, die, wie *Koelliker* und *Beale*, die Leberzellen als den Epithelzellen anderer Drüsen gleichwerthig ansahen, doch besteht das Drüsenelement der Leber weder aus kompakten Strängen dieser Zellen allein (*Koelliker*), noch aus solchen sammt einer Hülle (*Beale*), sondern aus den Leberzellenblättern mit ihren intercellularen Gängen. Am besten führt man den Bau der Leber der Säuger auf den der echten Drüsen zurück, wenn man von der tubulösen Leber der Amphibien ausgeht und den Fall setzt, dass in einer solchen Leber von den Gallenkapillaren seitliche Ausläufer zwischen die Epithelzellen hinein sich bilden und um die einzelnen Zellen Anastomosen darstellen. Würden an einer solchen Leber die Gallengänge sehr zahlreich anastomosirend, die Blutgefässe sehr reichlich und die Gallenkapillaren überall da vorkommend gedacht, wo zwei Zellen aneinander grenzen, so hätte man die Leber der Säugethiere. Die vorstehende von *Koelliker* in der 5. Auflage dieses Handbuches geäusserte Meinung ist durch die oben erwähnten Resultate der *Golgi*-Methode, welche in der That auch bei den Lebern

niederer Wirbelthiere Sekretkapillaren (Seitenkapillaren) zwischen den einzelnen Leberzellen nachweist, wie sie von *Koelliker* vorausgesetzt wurden, ganz gerechtfertigt.

In einigen Punkten kam *Koelliker* (5. Aufl. dieses Handb.) zu etwas anderen Anschauungen als *Hering*. Während letzterer beim Kaninchen die Gallenkapillaren ein überall geschlossenes Netz bilden liess, das nirgends blinde Enden zeigen sollte, näherte sich *Koelliker* in dieser Beziehung den Ansichten *Eberth*'s und trat entschieden für das Vorkommen von blind endigenden Gallenkapillaren ein, die namentlich dort sich finden müssen, wo Blutgefässe in zwei aufeinander senkrechten Richtungen den Leberzellen anliegen. In solchen, häufig vorkommenden Fällen können die Zellen nicht in zwei ringsum geschlossenen Maschen von Gallenkapillaren liegen, da ja niemals Blutkapillaren die Gallenkapillaren berühren.

Gegenüber *Reichert*, welcher die Gallenkapillaren als Kunstprodukte erklären wollte, hob *Koelliker* zuerst hervor, dass dieselben auch an nicht injicirten Präparaten an feinen Querschnitten gesehen werden können, was *Hering* (in *Stricker*'s Handbuch) bestätigte und zum Studium des Verlaufes der Gallenkapillaren in der Leber des Menschen zuerst verwerthete. Es ergab sich hiebei, dass beim Menschen zwar auch in der Regel, wie beim Kaninchen, die Gallenkapillaren zwischen den Flächen zweier Leberzellen verlaufen, dass aber auch öfter die Kapillaren zwischen den Kanten von drei Leberzellen sich finden, im Ganzen aber ebensolche Netze bilden wie bei den Säugethieren. *Toldt* und *Zuckerkandl* fanden bei der embryonalen Leber des Menschen die Gallenkanälchen in der Regel zwischen 3—4 Leberzellen eingeschlossen, was, wie bereits *Hering* andeutete, an den Bau der Reptilienleber erinnert. Solche Verhältnisse fehlen aber auch in der Leber des Erwachsenen nicht ganz, wenn auch dort der Verlauf der Gallenkapillaren zwischen den Flächen zweier Leberzellen viel häufiger ist.

Die von *Hering*, *Eberth* und *Koelliker* begründete Lehre von den Gallenkapillaren ist heute noch die herrschende. Doch hat *Biesiadecki* den Bau der Leber des Menschen als einen rein tubulösen hingestellt und *Asp* sowie *Peszke* haben ebenfalls gegen die *Hering*'sche Darstellung Einwendungen erhoben. Am weitesten entfernen sich in neuerer Zeit von *Hering*'s Darstellung *G. Retzius* und *Ph. Stöhr*. *G. Retzius* hat auf Grund der Imprägnation der Gallenkapillaren mit Chromsilberlack nach *Golgi*, eine Methode, welche für das Studium der Gallenkapillaren zuerst von *Böhm* und *Ramón y Cajal* angewendet wurde, das häufige Vorkommen von Netzverbindungen der Gallenkapillaren bezweifelt und für die niederen Wirbelthiere, gestützt auf zahlreiche Befunde, gänzlich in Abrede gestellt. Die Leber dieser Thiere wäre demnach eine verästelte tubuläre Drüse, deren Gänge durch ihren vielfach gewundenen und verschlungenen Verlauf netzartige Verbindungen vortäuschen. Für die Säugethiere giebt *G. Retzius* das Vorkommen von wirklichen Netzmaschen der Gallenkapillaren zwar zu; doch sollen dieselben, namentlich bei der Maus, sehr selten sein.

Stöhr (in Histol. 7. Aufl. 1896) ist sogar in der Leugnung der Gallenkapillarnetze noch weiter gegangen und stellt die Säugethierleber als eine tubulöse Drüse dar, welche nur das Eigenthümliche hätte, dass die Lumina der verzweigten Schläuche gewöhnlich von nur je zwei Zellen begrenzt würden, und Ausführungsgänge besitzen, welche nirgends im Innern, sondern überall nur an der Oberfläche der Läppchen sich finden.

Es ist nun in der That sicher richtig, dass, wie *G. Retzius* durch viele naturgetreue Abbildungen erläutert, die überwiegende Zahl der an *Golgi*-Präparaten sich zeigenden Netze von Gallenkapillaren mit polygonalen Maschen Trugbilder sind, welche bei starken Vergrösserungen in Ueberkreuzungen vielfach winkelig geknickter Verästelungen sich auflösen. Trotzdem sind aber — auch bei der Maus — geschlossene Netzmaschen sicher nachzuweisen (Fig. 1017). Nimmt man hinzu, dass an gut injicirten Kaninchenlebern die reichlichsten Netzverbindungen von Gallenkapillaren zweifellos zu sehen sind, so wird man zu dem Schlusse gedrängt, dass die relativ spärlichen Netze an *Golgi*-Präparaten eine Folge unvollständiger Imprägnation sind, was ja begreiflich erscheint, wenn man bedenkt, dass sekretleere Gänge sich nicht imprägniren werden, während bei Injektionen gerade die völlig entleerten Gänge sich am besten füllen. Wenn nun auch, wie neuerdings *Koelliker* (in Sitzber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, Jan. 1893) betont, das Vorkommen von blinden Enden der Gallenkapillaren nicht zu bezweifeln ist, so sind doch die Anastomosen und Netze viel zahlreicher, als sie gewöhn-

lich an *Golgi*-Präparaten sichtbar werden. *H. Braus* hält *G. Retzius* gegenüber auch die Netzverbindungen der Gallenkapillaren bei Fischen, Amphibien und Reptilien auf Grund von *Golgi*-Präparaten mit Ausnahme von Myxine aufrecht. *G. Retzius* hat in einer Entgegnung übrigens gezeigt (Biol. Unters. Bd. 1898), dass die Differenzen der Ansichten zwischen ihm und *Braus* nicht so grosse sind, wie es nach der Darstellung von *Braus* scheinen könnte.

In einem anderen Punkte — nämlich in der Frage, ob den Gallenkapillaren eine besondere Wandung, welche sich zwischen die Lichtung und die Leberzellen einschiebt, zukomme oder nicht — lauten die neueren Angaben ziemlich übereinstimmend. Während *Hering* die Gallenkapillaren direkt von den Leberzellen begrenzt sein liess, nehmen *Eberth* und *Koelliker* eine Cuticula der Leberzellen an, welche *Koelliker* als eine modifizirte Zellmembran betrachtet. Ein höheres Mass von Selbständigkeit glaubten *Asp, Fleischl, Peszke* und *R. Heidenhain* den Wandungen der Gallenkapillaren zuschreiben zu sollen, da sich dieselben als feine dünnwandige Röhrchen, wie ich für den Frosch bestätigen kann, isoliren lassen. Am Weitesten ging in dieser Beziehung *Ch. Légros* der die Gallenkapillaren aus Endothelzellen zusammengesetzt sein liess; eine Angabe, die jedoch zweifellos nicht richtig ist. Die neueren Untersuchungen von *Geberg, R. Krause* und *Zimmermann* haben ergeben, dass eine von den Leberzellen unabhängige Membran der Gallenkapillaren nicht existirt, dass vielmehr die Begrenzung derselben im Sinne *Eberth's* und *Koelliker's* durch das cuticular verdichtete Ektoplasma der Leberzellen hergestellt werde, das ohne scharfe Grenze in das lockerer gefügte Endoplasma der Leberzelle übergeht. Man könnte dieser Auffassung gegenüber die Isolirbarkeit der Gallenkapillaren über Reihen von Zellen hin bedenklich finden; allein es ist hier daran zu erinnern, dass zweifellose cuticulare Grenzhäutchen von Zellen, wie jene des Dünndarmepithels sich in Form von Membranen über weite Epithelstrecken hin isoliren lassen (s. § 244). Es ist hier auch noch daran zu erinnern, dass nach *Th. Cohn* (in Verh. d. phys.-med. Ges. Würzb. N. F. 31 Nr. 4) zwischen den inneren Enden der Leberzellen Schlussleisten vorkommen, welche als ein zusammenhängendes, enges Netz die Lichtung der Gallenkapillaren umgeben. Die Auffassung der unmittelbaren Begrenzung der Gallenkapillaren als cuticulare Differenzirung der Oberfläche der Leberzellen lässt auch die Verbindungen der Gallenkapillaren mit dem Innern der Leberzellen, welche zuerst von *Pflüger, v. Kupffer* und *L. Pfeiffer* an Injektionspräparaten in Form feiner Fäden und Tröpfchen (Sekretvakuolen, *Kupffer*) beobachtet wurden, erklärlich erscheinen. Konnte man noch bei den, an Injektionspräparaten sichtbar werdenden, intracellulären Sekretwegen als an künstlich gebahnte denken, so ist dies bei den, von allen Beobachtern, welche mit der *Golgi*-Methode arbeiteten, gesehenen kürzeren oder längeren Fortsetzungen des schwarz gefärbten Sekretes in die Zellen hinein (s. Fig. 1017) nicht zulässig und könnte man nur annehmen, dass es sich um eine postmortale Vakuolisirung handle. *Misura* (*Virchow's* Arch. Bd. 99) konnte an Goldpräparaten, an welchen sich die cuticulare Wandung der Gallenkapillaren deutlich zeigte, keine Sekretvakuolen finden, und er schliesst daraus, dass dieselben nicht als präformirte Bildungen existiren. In der That kann man, auch auf Grund der anderen Erfahrungen, nur sich vorstellen, dass Sekretvakuolen in dem Maasse auftreten und wieder verschwinden, als flüssiges Sekret im Innern der Zelle auftritt und wieder entleert wird, ohne dass — wie etwa in den Speicheldrüsenzellen von Blatta — ein ständiger Sekretraum in der Zelle vorhanden



Fig. 1017.

Fig. 1017. Gallenkapillaren der Leber der Maus nach *Golgi* imprägnirt. Vergr. 530 Die Kapillaren mit vielen seitlichen kurzen Anhängen: Sekretvakuolen. Neben einigen zweifellosen geschlossenen Maschen *m m* auch scheinbare durch Ueberkreuzungen.

ist. Aus diesem Grunde halte ich auch den von *H. Braus* ausgesprochenen Zweifel für berechtigt, dass an Tinktionspräparaten, wie *R. Krause* angiebt, intracelluläre Sekretgänge der Leberzellen nachzuweisen seien, welche von eben so beschaffenen Wandungen begrenzt sind, wie die intercellulären Gänge. Sekretkapillaren mit Sekretvakuolen im Zusammenhange, von der Leber des Menschen, bildet nach einem mit der langsamen *Golgi*-Methode hergestellten Präparate zuerst *Oppel* (l. c.) ab und *G. Retzius* stellt die Gallenkapillaren des Menschen nach einem *Golgi*-Präparate ebenfalls theilweise in Verbindung mit Sekretvakuolen dar. Für die hier vertretene Auffassung der Sekretvakuolen sprechen auch gewisse Erfahrungen bei der akuten gelben Leberatrophie (*Nauwerk* in Münchener med. Wochenschr. Nr. 2, 1897; *Stroebe* in Beitr. z. pathol. Anat. u. allg. Path. Bd. 21 S. 406), welchen zufolge eingedickte Galle sowohl in den erweiterten Gallenkapillaren, als damit in Zusammenhang innerhalb der Leberzellen in Form von Tropfen beobachtet werden kann. *Browicz* (in Anz. d. Akad. d. Wiss. in Krakau 1897 Nr. 3 u. 4) beschreibt intracelluläre mit Galle erfüllte Röhrchen und Vakuolen von Muskatnusslebern und bringt diese Befunde mit der normalen Gallenabsonderung in Beziehung; geht aber doch wohl zu weit, wenn er auch Einschlüsse von zum Theile krystallinischem Pigment im Protoplasma und den Zellenkernen ebenfalls in dieser Richtung verwerthet.

Die Bindegewebskörperchen der Leberläppchen scheint *Schmidt* zuerst gesehen zu haben, ohne dieselben richtig zu deuten. *Wagner* leugnete das Vorkommen derselben anfangs, beschrieb sie dann aber später zuerst und vollkommen richtig, und ihm folgte *Engel-Reimers*, der neben denselben nur eine gleichartige Substanz annimmt, welche *Wagner* offenbar auch gesehen, aber als Hülle der Leberzellen aufgefasst hatte. *Henle* endlich leugnete auch hier die Bindegewebskörperchen, nahm dagegen ein wirkliches Bindegewebe an mit Fäden und Strängen, die sich im Querschnitte neben querdurchschnittenen Kapillaren wie Pünktchen oder kleine Kreise ausnehmen und geschlängelt die Lücken des Kapillargefässnetzes durchziehen, aus welchem die Leberzellen entfernt worden sind (*Splanchn.* Figg. 142, 143). — *Koelliker* kannte die Bindegewebskörperchen der menschlichen Leber schon lange (ebenso *Förster*, wie *Koelliker* aus dessen Munde weiss) und hat *Koelliker* dieselben besonders an weichen Lebern leicht für sich darstellbar gefunden. Die Grundsubstanz, welche dieselben trägt und die Kapillaren begleitet, ist im Innern der Läppchen äusserst spärlich und ohne besondere Methoden nicht zu erkennen; dieselbe ist offenbar das Nämliche, was *Beale* Hüllen der Leberzellenbalken nennt, und hat man sich nach *Koelliker*'s Meinung zu denken, dass das die Blutgefässe und die feinsten Gallengänge mit Epithel begleitende Bindegewebe im Innern der Läppchen zu einer dünnen zwischen den Kapillaren und Leberzellenbalken gelegenen Schicht verschmilzt. Das Vorkommen leicht darstellbarer Bindegewebskörperchen in dieser Lage spricht übrigens dafür, dass dieselbe eher als Kapillarscheide (*His*), denn als *Membrana propria* der Leberzellenbalken anzusehen ist, das Allerrichtigste ist aber, wie *Koelliker* glaubt, das ganze Gewebe zwischen den Leberzellen, Kapillaren sammt Bindesubstanz, als eigenthümliche Hülle der Leberzellenbalken zu betrachten, ebenso wie auch in andern Drüsen die Bindesubstanz sammt den Gefässen als Hülle der Drüsenelemente aufgefasst wird, so in den Lungen, Speicheldrüsen, Hoden u. s. w. *v. Kupffer* erörtert die Frage, ob seine Sternzellen etwa nervöse Elemente sein könnten, lässt aber diesen Gedanken fallen und findet nur darin eine Schwierigkeit sie als Bindegewebszellen zu erklären, dass sich nach der von ihm angewendeten Goldmethode nur die Sternzellen, nicht aber die Bindegewebszellen in der Wand der Lebervenen und jene des interlobulären Bindegewebes färben.

Der feinere Bau der Leberzellen ist, namentlich beim Frosche, öfter eingehend studirt worden und von einigen Forschern, welche besondere Theorien über den Bau der lebenden Substanz aufgestellt haben, in verschiedener Weise aufgefasst worden. *v. Kupffer* findet beim Frosche zwei deutlich von einander unterscheidbare Substanzen, eine hyaline, der Masse nach überwiegende Grundsubstanz, das *Paraplasma*, und eine spärlichere, feinkörnig fibrilläre, welche in die erstere eingebettet ist und von *v. Kupffer* als Protoplasma bezeichnet wird, und welche meistens um den Kern herum reichlicher ist. *Flemming* (Zellsubstanz etc. Leipzig 1882 S. 24 u. Zeitschr. f. Biol. 1897) bestätigt im Ganzen die thatsächlichen Angaben *v. Kupffer*'s, weicht jedoch darin von demselben ab, dass er die Fäden nicht wie *v. Kupffer* Netze bilden sieht und sie vorzüglich nach Seite der Gallen-

kapillaren in dichten Büscheln ausstrahlend findet, während um den Kern herum nur wenige Fäden sich zeigen. Eine ausgesprochen granuläre Beschaffenheit schreibt auf Grund seiner Untersuchungsmethoden *Altmann* den Leberzellen zu, während *Bütschli* (Unters. über mikr. Schäume etc. Leipzig 1892) dagegen einen wabigen Bau und *Klein* schon früher ein engmaschiges überall zusammenhängendes Netz beschrieben hat. Diesen verschiedenen Auffassungen gegenüber glaube ich daran festhalten zu sollen, dass in der frischen Leberzelle, ähnlich wie in serösen Drüsenzellen, in einer anscheinend homogenen Grundmasse dicht gedrängte feinste, blasse Körnchen vorkommen, welche sich durch Zerdrücken der ohne Zusatz untersuchten Zellen isoliren und in fliessender Bewegung zeigen, abgesehen von den Fett- und Pigmenteinlagerungen. Durch das Absterben und die Wirkung von Reagentien wird im Allgemeinen das Bild der Zellen so verändert, dass dasselbe mit jenem des lebenden Zustandes nicht mehr übereinstimmt. Ob die von *v. Kupffer* und *Flemming* beschriebenen Fäden durch reihenweise geordnete Körnchen zu Stande kommen oder Bildungen besonderer Art sind, wage ich nicht zu entscheiden.

In jüngster Zeit hat *G. Schlater* (in Anat. Anz. Bd. XIV, S. 209) die Leberzelle des Kaninchens zum Gegenstande eines besonderen Studiums, jedoch nur an gefärbten Schnitten in Sublimat fixirter und in Paraffin eingebetteter Objekte gemacht. *Schlater* unterscheidet im Zellenleibe drei Typen von Körnern, von welchen zwei in einem zusammenhängenden Gerüste sich befinden, welches rundliche Nebenräume umschliesst, die den fuchsinophilen Granula *Altmann*'s entsprechen sollen. Letztere sind grösser als die Körnchen des zusammenhängenden Gerüstes der Grundsubstanz, welche ihrerseits wieder als in Eosin sich färbende grössere „oxyplasmatische", und als kleinere „achromatische" Mikrosomen unterschieden werden. Auch bezüglich der Zellkerne findet *Schlater* sehr komplizirte Verhältnisse. In der Regel lassen sich drei Kernkörperchen erkennen, von welchen eines in Hämatoxylin, das zweite in Eosin, das dritte undeutlich sich färbt. Um die Kernkörperchen herum und von dort gegen die Oberfläche zu einem dichteren Gerüste zusammentretend, ziehen Lininstränge, welche grössere und kleinere theils in Hämatoxylin sich färbende Körner „Basichromatincytoblasten", theils in Eosin sich färbende „Oxychromatincytoblasten" einschliessen. Letztere finden sich mehr im Innern, erstere mehr gegen die Oberfläche des Kernes. In den Räumen, welche dem Kernsafte der Autoren entsprechen, findet *Schlater* eine wabige Struktur, deren Wabenräume er mit den cyanophilen Granula *Altmann*'s und mit den von *F. Reinke* als Oedematinkörner beschriebenen Bildungen für identisch hält. Es bleibt abzuwarten, wie weit diese morphologischen Details natürlichen Zuständen der Zelle entsprechen und wie weit sie Kunstprodukte sind, die nur in entfernten Beziehungen zu der, der lebenden Zelle zukommenden Struktur stehen; ein Problem, das der allgemeinen Histologie der Zelle angehörig hier nicht eingehender behandelt werden soll, um so weniger, als die Bedeutung der von *Schlater* geschilderten Strukturverhältnisse für die specifischen Funktionen der Leberzellen oder der Drüsenzellen überhaupt, nicht ersichtlich ist.

Die Grösse der Leberzellen schwankt, wie oben angegeben, innerhalb sehr weiter Grenzen bei demselben Individuum. Doch sind nach den sorgfältigen Untersuchungen von *Toldt* und *Zuckerkandl*, einer gegentheiligen Angabe *Harting*'s gegenüber, die Leberzellen neugeborner Kinder nahezu ebenso gross, wie bei Erwachsenen. Bedenklich und durch die mitgetheilten Thatsachen nicht hinreichend begründet erscheint die Angabe von *Lahousse*, dass 5—6 Stunden nach der Nahrungsaufnahme bei Fröschen, Kaninchen und Tauben die Leberzellen bedeutend vergrössert, dagegen nach 11—12 Stunden wieder kleiner sein sollen. Nach *Langley* (in Proc. of the Royal Soc. 1882) sollen die Körnchen der Leberzellen auf Kosten der gebildeten Galle verbraucht werden; eine Annahme, die auch *Lahousse* auf Grund eigener Beobachtungen wahrscheinlich findet. In den Leberzellen frisch gefangener Frühjahrsfrösche konnte *Löwit* (in *Ziegler*'s Beiträgen zur path. Anat. etc. IV. Bd.) bisweilen Gallenfarbstoff nachweisen.

Setzt man den Leberzellen Salpetersäure zu, so färben sie sich, wie auch *Backer* anführt, grünlichgelb. Zucker und Schwefelsäure macht sie roth. Wasser erzeugt in den Zellen einen reichlichen Niederschlag dunkler Körnchen, die in Essigsäure meist leicht und vollkommen sich lösen, so dass die Zellen mehr oder weniger, oft sehr bedeutend erblassen, wie dies auch dann der Fall ist, wenn man die Säure gleich zusetzt. Kocht man die Leber, so wird das Gewebe hart und erscheinen die Zellen zusammengezogen und krümlich. Verdünnte kaustische Alkalien greifen bei Thieren

die Leberzellen rasch an und lösen sie auf, beim Menschen leisten dieselben etwas mehr Widerstand, doch quellen sie gleich von Anfang fast um das Doppelte auf, werden ganz blass und vergehen schliesslich ebenfalls. Aether und Alkohol machen die Zellen kleiner und körnig, ebenso Schwefelsäure und Salpetersäure. Das aus diesen und den oben angeführten Thatsachen hervorgehende Resultat ist, dass die Leberzellen neben bedeutenden Mengen von Eiweisskörpern, Glykogen, Gallenfarbstoff und Fett enthalten.

§ 253.

Ableitende Gallenwege. Am Lebergange, *Ductus hepaticus*, ist die Hauptverästelung von den Nebenverästelungen wohl zu unterscheiden. Erstere folgt der Pfortader und der Leberarterie, so dass immer ein Pfortaderzweig an einer Seite einen viel engeren Gallengang und eine ebenfalls enge Arterie hat und mit derselben von einer bindegewebigen Hülle, der sogen. *Capsula Glissonii*, umhüllt ist. Die Nebenverästelung beginnt schon in der *Fossa transversa hepatis*, wo, wie *E. H. Weber* vor Jahren entdeckte, der rechte und linke Ast des *Ductus hepaticus* und die hier befindlichen kleineren Zweige derselben eine Menge feinerer und gröberer Aestchen abgeben, die in dem die *Fossa* auskleidenden Bindegewebe sich ausbreiten und ein Netz erzeugen, dass mithin beide Lebergänge verbindet. Ob gewisse kleine Zweige dieses Netzes, wie *Weber* seiner Zeit annahm, blind enden, ist zweifelhaft, dagegen sicher, wie *Beale, Henle* und *Riess* nachweisen, dass andere Zweige desselben in die Lebersubstanz eindringen und in derselben enden. Aehnliche Netze feiner Gallengänge finden sich nun auch, wie *Beale* nachgewiesen und *Koelliker, Henle* und *Riess* bestätigen, in den grösseren Pfortaderkanälen im Innern der Leber (Fig. 1018) und umstricken, in der *Glisson*'schen Scheide gelegen, die Pfortaderäste, um dann ebenfalls mit ihren Enden in die Lebersubstanz abzutreten. Doch finden sich schon hier Aeste, die sofort in das Gewebe eingehen, und je weiter man in das Innere dringt, um so häufiger werden diese und verschwinden schliesslich die netzförmigen



Fig. 1018.

Fig. 1018. Ein grosser Ast des *Ductus hepaticus* aus dem Innern der Leber eines 14 Tage alten Kindes. Vergr. 40. Derselbe zeigt erstens blinde Ausbuchtungen, zweitens einfache Seitenäste und drittens Aeste, die ein reiches Netz bilden.

Verbindungen derselben ganz. Die Seitenäste der Lebergänge im Innern der Leber, mögen sie nun Netze bilden oder nicht, liegen, wie es scheint, ohne Ausnahme in zwei Längsreihen, und sind ein guter Theil der bekannten in zwei Zügen stehenden Grübchen als Mündungen derselben anzusehen (*Riess*).

Die letzten Enden der Lebergänge oder die *Ductus interlobulares* verlaufen mit den Enden der Pfortader an der Oberfläche der Leberläppchen. Beim Menschen, wo sie, injicirt, 40—50 μ messen, bilden dieselben, wie *Koelliker* an Lebern von Kindern regelrecht findet, ein die ganze Oberfläche der Läppchen umspinnendes, verhältnissmässig enges Netz von Gefässen 20—40—50 μ, mit Maschen von 20—60—100 μ, dessen weitere Verfolgung ins Innere ihm nie gelang, indem anschliessend an dasselbe stets Extravasate und dann Füllungen der von den Blutgefässen eingenommenen Räume sich einstellten. Bei mikroskopischer Untersuchung nicht eingespritzter menschlicher Lebern ist es leicht, in der Nähe der Läppchen Gallengänge von 19—24 μ darzustellen, doch sind auch in diesem Falle weitere Ausläufer nicht nachzuweisen. Bei Kaninchen ergeben Lebern mit glücklich injicirten Gallenkapillaren, dass die interlobulären Gänge, deren Durchmesser 4—11 μ beträgt, da und dort jedoch im Ganzen spärliche Netze bilden, von denen aus dann feinere Zweige an die Läppchen, um in der von *Hering* geschilderten Weise (s. oben) in die Gallenkapillaren sich fortzusetzen, indem die Leberzellen an die Stelle der früheren Epithelzellen treten und die unmittelbare Fortsetzung derselben darstellen.

Alle Lebergänge bestehen bis zu Kanälen von 220 μ aus einer dickeren Faserhaut aus derbem Bindegewebe mit vielen Kernen und elastischen Fäserchen und einem 22 μ dicken Cylinderepithel, ab und zu mit Becherzellen, das an Gängen unter 90—110 μ allmählich in ein Pflasterepithelium sich verwandelt, während zugleich die bindegewebige Hülle in eine gleichartige *Membrana propria* übergeht, welche beiden Elemente bis zu den feinsten Gängen, die an das Leberzellennetz angrenzen, bleiben. Wie die grösseren Lebergänge sind auch der gemeinschaftliche Gallengang und der Gallenblasengang gebaut, nur sind die Wände derselben verhältnissmässig dünner und zerfallen deutlich in eine Schleimhaut und in eine Faserschicht, welche letztere im Ganzen spärliche, längs- und querlaufende glatte Muskelbündel enthält, deren Anordnung *Hendrickson* (in The Johns Hopkins Hospital Bulletin, 1898) genauer untersuchte. Nahe an der Mündung des gemeinschaftlichen Gallenganges finden sich, sowohl um diesen als an dem mit ihm sich vereinigenden Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse etwas stärkere, grossentheils ringförmig verlaufende Muskelbündel (Fig. 1019).

Die Gallenblase besitzt zwischen dem Bauchfellüberzuge und dem reichlichen subserösen Gewebe eine zarte Muskellage, deren 67—90 μ lange Faserzellen besonders der Länge und der Quere nach verlaufen. Die Schleimhaut ist durch viele netzförmig verbundene, höhere und niedrige Fältchen ausgezeichnet, in denen ein Kapillarnetz ganz dem der blattartigen Darmzotten gleich sich findet und besitzt ebenfalls ein Cylinderepithel, dessen einzelne Zellen oft wie die Häute der Blase überhaupt von Galle gefärbt sind, ihre Kerne nicht immer deutlich zeigen und nach *Virchow* eine verdickte freie Wand besitzen, die dem Cuticularsaume der Zellen des Dünndarms ähnlich ist.

Alle grösseren Gallenwege enthalten eine Menge kleiner, gelblicher, drüsenähnlicher Anhänge, die sogenannten Gallengangdrüsen. Sie bestehen aus verästelten, gewundenen Schläuchen von 35—52—90 μ Durchmesser und die grösseren dieser Drüsen erinnern in ihrem gröberen Baue an die Drüsen der Cardia und des Pförtners des Magens. Im *Ductus hepaticus, choledochus* und im untern Theile des *Ductus cysticus* sind die Drüsen in der Faserhaut, zum Theil auch aussen an derselben, recht zahlreich, von 0,55—2,2 mm Grösse und darüber, und münden durch die schon mit blossem Auge sichtbaren Löcher von



Fig. 1019.

0,22—0,3 mm, die der Schleimhaut dieser Kanäle ein netzförmiges Ansehen geben, zu einer oder mehreren aus. Im Anfange des *Cysticus* sind die Drüsen selten und in der Gallenblase auf jeden Fall nicht immer vorhanden. Nach *Luschka* liegen dieselben hier, 6—15 an der Zahl, im submukösen Bindegewebe, messen kaum 1 mm und haben einen oft schief verlaufenden und geschlängelten Ausführungsgang. Dagegen kommen drüsenartige Bildungen an

Fig. 1019. Querschnitt des *Ductus choledochus* nahe am *Diverticulum Vateri*. *Zenker*'s Flüss. Vergr. 16. *D* Gallengangdrüsen; *L* Lichtung des von Epithel (dunkel) bedeckten Ganges, in welche falten- und zottenartige Erhebungen hineinragen; *b* Lockeres Bindegewebe mit Blutgefässen und Fettzellen; *m* Glatte, grösstentheils ringförmige Muskelzüge.

den Aesten des *Hepaticus* wieder vor, und zwar erscheinen dieselben ausgezeichnet entwickelt an den Seitenzweigen, die in der *Porta hepatis* und in den grösseren Pfortaderkanälen der Leber die oben erwähnten netzförmigen Anastomosen bilden, wo sie schon *E. H. Weber* gesehen. Dieselben liegen auch hier, wie *Riess* mit Recht meldet, ganz in der Faserwand der betreffenden Gänge drin und finden sich in den verschiedensten Graden der Entwicklung, vom einfachen rundlichen oder birnförmigen Säckchen bis zu reichen Träubchen. Aehnliche, nur einfachere und weniger zahlreiche, drüsenartige Gebilde finden sich auch in der Hauptverästelung des *Ductus hepaticus* bis zu Aesten von 0,7 mm und darunter (Fig. 1018), und gehört ein Theil der zwei Reihen von feinen Oeffnungen, die in diesen Kanälen sich finden, diesen Ausbuchtungen an.

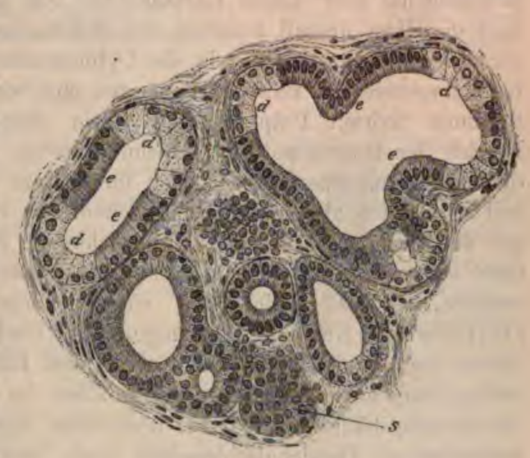


Fig. 1020.

Was den feineren Bau der Gallengangdrüsen anbelangt, so münden die grösseren derselben im Bereiche des gemeinsamen Gallenganges (Fig. 1019) mit verhältnissmässig weiten Ausführungsgängen an der mit Gruben und Falten und stellenweise an Zotten erinnernden Erhebungen bedeckten Oberfläche. Wie diese sind die Ausführungsgänge mit Cylinderzellen von 25—30 μ Höhe bedeckt, welche ellipsoidische Kerne enthalten. Die Zellen besitzen an ihrem inneren Ende eine körnige Zone, die an fixirten Präparaten fein wabig erscheint und sich ohne scharfe Grenze gegen den kernhaltigen Theil der Zelle verliert. Durch diese körnige Innenzone haben die Epithelzellen des Gallenganges einige Aehnlichkeit mit Drüsenzellen; einen Cuticularsaum, wie an den Darmepithelzellen, konnte ich an fixirten Präparaten nicht wahrnehmen. In den Verzweigungen der Ausführungsgänge nehmen die Zellen rasch an

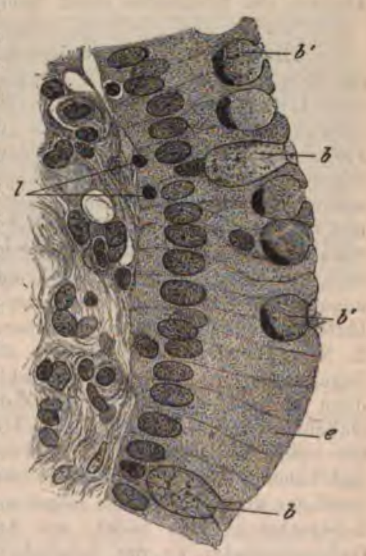


Fig. 1021.

Fig. 1020. Schnitt durch eine Gallengangdrüse. Detailbild zu Fig. 1019. Vergr. 200. *d* Drüsenepithelzellen; *e* Epithelzellen von demselben Aussehen wie im Ausführungsgange; *s* Abgekapptes Ende eines Drüsenschlauches.

Fig. 1021. Senkrechter Schnitt durch die Mündung des Gallenganges am *Diverticulum Vateri*. Sublim., Hämatox., Eosin. Vergr. 530. *b* Becherzellen; *b'* Becherzellen in der Ausstossung begriffen; *e* Cylinderepithel; *l* Leukocyten.

Höhe ab und sind in den eigentlichen Drüsenschläuchen nur mehr 12—15 μ hoch und mit fast kugeligen Kernen versehen. Die Lichtung der Gänge ist bis 30 μ weit; in den Endschläuchen jedoch häufig enger bis auf 3—4 μ herab. Die Endschläuche reichen zum Theile zwischen die unter der Schleimhaut liegenden Muskelzüge hinein, ja manchmal sind kleine Läppchen so von glatten Muskelbündeln durchsetzt, dass dieselben überall zwischen den Schläuchen sich finden. Die Drüsenzellen der Endschläuche zeigen wie die Cylinderzellen des Gallenganges eine körnige, beziehungsweise an fixirten Präparaten eine wabige Struktur, färben sich an in Sublimat fixirten Präparaten in Eosin ziemlich gut, dagegen nur wenig im Bereich der Innenzone mit schleimfärbenden Farbestoffen. Man kann daher die Gallengangdrüsen weder nach ihrem Baue noch nach der feineren Beschaffenheit der Zellen als eigentliche Schleimdrüsen bezeichnen. Es stimmt dies auch mit den neueren chemischen Untersuchungen der Galle überein, welche ergaben, dass der sogenannte Schleim der Galle grösstentheils nicht aus echtem Mucin sondern, wie es scheint, aus einem mucinähnlichen Nucleoalbumin besteht (*Paijkull*). Nach der Vereinigung des Gallenganges mit dem Pankreasgange findet man im Bereiche der Falten und Blätter des *Vater*'schen Divertikels stellenweise auch reichliche Becherzellen im Epithel, an welchen man auch Ausstossungsbilder (Fig. 1021) beobachten kann. Mitunter zeigen sich in der benachbarten Duodenalschleimhaut noch einzelne *Brunner*'sche Drüsen, von welchen die bis in das *Diverticulum* sich fortsetzenden Gallengangdrüsen gewöhnlich schon dadurch verschieden sind, dass zwischen den terminalen Drüsenschläuchen ein reichliches, aus Bindesubstanz und Muskelbündeln bestehendes Zwischengewebe sich findet, während in den Läppchen der *Brunner*'schen Drüsen die Schläuche dicht aneinander liegen.

Hier sind noch einige eigenthümliche Abzweigungen der Gallengänge zu erwähnen, die *Vasa aberrantia* (*E. H. Weber*). — Dieselben finden sich 1. im häutigen Anhange des linken Leberlappens (*Toldt* und *Zuckerkandl*) bis an das *Ligamentum triangulare sinistrum* als 6—10 und mehr 13—50 μ ja bis 1 mm weite, aus einer Faserhaut und kleinen Zellen bestehende Kanäle. Wie *Toldt* und *Zuckerkandl* nachwiesen verliert der linke Leberlappen, welcher sich sichtlich im Laufe des Lebens zuschärft, sehr häufig an seinem lateralen Rande eine Strecke weit das Parenchym völlig und die entsprechenden Theile der Leberkapsel, welche der oberen und unteren Leberfläche angehören, legen sich platt an einander und bilden so den häutigen Anhang. In diesen, nicht aber, wie *Ferrein* und *Kiernan* und ihnen folgend viele andere Autoren angaben, in das *Ligamentum triangulare* treten *Vasa aberrantia* in Begleitung von Ausläufern der Pfortader, der Leberarterie und Lebervene sammt Lymphgefässen ein. 2. Netzförmig verbundene Gallenkanäle finden sich ferner in der häutigen Brücke, die hinter der unteren Hohlvene den *Spigel*'schen und rechten Lappen verbindet, dann in der häutigen Brücke, welche oft die *Vena umbilicalis* deckt und am Rande der Gallenblasengrube. Diese *Vasa aberrantia* sind ebenso wie jene des häutigen Anhanges des linken Leberlappens auf theilweisen Schwund von Leberparenchym zurück zu führen und haben *Toldt* und *Zuckerkandl* insbesondere gezeigt, dass beim Embryo die untere Hohlader die Leber in der Regel so durchbricht, dass hinter derselben eine Brücke von Lebersubstanz sich findet, aus der dann später *Vasa aberrantia* hervorgehen. Die Gallengangnetze an der Leberpforte erklärt *Toldt* ebenfalls als *Vasa aberrantia*. — Ueber die Einzelnheiten in Betreff dieser Gänge und das Verhalten der Gallengänge überhaupt sei auch noch auf die ausführlichen Mittheilungen von *Beale*, *Henle* und *Riess* verwiesen.

Die Galle ist regelrecht ganz flüssig und führt nur zufällig cylindrische Epithelialzellen aus den gröberen Gallengängen als Beimengung. Leberzellen kommen in

derselben nicht vor und beruht, was Einige von solchen angeben, entweder auf einer Täuschung oder auf einer Verwechslung mit den vieleckigen Zellen des Epithels der *Ductus interlobulares*. Als nicht regelrechte, aber häufig vorkommende Bestandtheile sind zu nennen Fetttropfen, Gallenfarbstoff in Form von Körnern oder körnigen Massen, die wie in den Leberzellen, so auch in der Galle selbst unter gewissen Verhältnissen in Menge sich ausscheiden, und diesen sind dann noch als seltenere Vorkommnisse Krystalle von Cholestearin und besonders die von *Virchow* (Mittheil. d. Würzb. phys. med. Ges. I, S. 311) gesehenen röthlichen Nadeln von Bilifulvin (Bilirubin) anzureihen.

§ 254.

Gefässe und Nerven der Leber. Die Leber steht in Bezug auf ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie ausser einer Arterie und den ableitenden Venen auch noch eine zuführende Vene, die Pfortader, besitzt. Während dieses letztere Gefäss recht eigentlich das absondernde Gewebe speist und durch ein in demselben befindliches Kapillarnetz in die Lebervenen unmittelbar sich fortsetzt, ist die Arterie mehr zur Versorgung der Wände der Gallengänge, der Pfortader selbst, der *Glisson*'schen Kapsel und der serösen Hülle der Leber vorhanden, und betheiligt sich nur in untergeordneter Weise an dem Kapillarnetze der Leberinselchen. — Die Verästelungen der Pfortader und einiger kleinen Venen der Gallenblase und des Magens namentlich (cf. *Weber Ann. acad.* II. 1845), die für sich in die Leber treten, geschehen im Allgemeinen mit Zweitheilungen, doch treten schon von den grössten Aesten und dann auch von den kleineren ausser den Hauptzweigen, in die sie sich spalten, noch eine Menge kleinerer Gefässchen unter rechtem Winkel ab. Die letzteren begeben sich oft gleich, oft nach ganz kurzem Verlaufe zu den Leberinselchen welche die grössten Gefässkanäle begrenzen, während die grösseren Pfortaderäste alle, immer mehr sich verästelnd und verfeinernd, je nach ihrem Durchmesser, eine kürzere oder längere Strecke in den von der *Capsula Glissonii* ausgekleideten Gefässkanälen durch das Lebergewebe zu verlaufen haben, bevor sie an die Leberinselchen oder Leberläppchen treten. Jedes derselben erhält, von diesen oder jenen Gefässen abstammend, wenigstens drei, meist vier und fünf kleine Gefässchen von 18—36 μ, die *Kiernan Venae interlobulares* nennt, doch versorgt eine solche Vene nie nur ein Leberinselchen, immer zwei oder selbst drei. Ihre letzten Aestchen, *Rami lobulares* (*Kiernan*), dringen zu 10, 15—20 meist unter rechtem Winkel in die benachbarten Leberinselchen ein und lösen sich gleich in das Kapillarnetz derselben auf, ohne beim Menschen unmittelbar mit einander in Verbindung zu stehen, wie denn auch sonst Verbindungen der einzelnen Pfortaderäste nirgends sich finden, und deren Verzweigungen nur durch das feinste Gefässnetz des Organs verbunden sind.



Fig. 1022.

Fig. 1022. Kapillarnetz der Leber des Kaninchens mit den Stämmen der *Venae centrales*. Vergr. 45. Nach einer Injektion von *Frey*.

Das Kapillarnetz der Leberinselchen (Fig. 1022) füllt die Zwischenräume der Leberzellen vollkommen aus, so dass das absondernde Lebergewebe, wie wir schon oben sahen, wesentlich nur aus zwei Elementen, den Leberzellen und den Blutkapillaren besteht. Wie das Leberzellennetz durch die ganze Leber eins ist, wohl aber durch die regelmässig von Stelle zu Stelle abtretenden Gallengänge und zutretenden Gefässe in einzelne kleinste Abschnitte getheilt wird, so auch das Kapillarnetz der Blutgefässe, das von einem Leberinselchen aufs andere übergeht, aber doch auch an gewissen Orten Unterbrechungen zeigt. Die Weite der Kapillaren ist im Allgemeinen etwas geringer als die Breite der Leberzellen, jedoch verhältnissmässig bedeutend, beim Menschen von 9—11 μ im Mittel, 4—20 μ in den äussersten Grössen, und zwar sind die weiteren Gefässchen, vorzüglich in der Nähe der ein- und austretenden Venen der Leberinselchen, die engsten in der Mitte zwischen beiden, und nach *Beale* an den Enden der *Arteriae interlobulares* gelegen. Die Maschen des Netzes sind in den inneren Theilen der Leberinselchen mehr langgestreckt, in den äusseren mehr rundlich, während ihre Breite und Höhe der Dicke der Blätter des Leberzellennetzes gleichkommt und 13—40 μ beträgt.

Die Lebervenen gleichen im Wesentlichen der Pfortader insofern, als sie keine Klappen haben, baumförmig unter spitzen Winkeln sich verästeln, mit ihren Zweigen unter einander nicht zusammenhängen und mit den grösseren Aesten noch eine Menge kleiner Gefässe aufnehmen, dagegen liegen diese Gefässe für sich allein in besonderen Kanälen der Lebersubstanz fest mit ihr verbunden, weshalb sie auch durchschnitten nicht zusammenfallen, und ermangeln wenigstens in den feineren Verästelungen einer äusseren bindegewebigen Hülle, die auch an den grössten Stämmen nur ganz unentwickelt ist. Ganz verschieden von dem, was die *Vena portae* zeigt, ist aber das Verhalten der letzten Aestchen der Lebervenen, die *Kiernan Venae intralobulares*, *Krukenberg Venae centrales lobulorum* nennt. Diese Venen, von 27—70 μ beim Menschen, untersucht man am besten zuerst bei einem Geschöpfe, dessen Leber in deutliche Läppchen zerfällt, wie beim Schweine, nach dem auch *Kiernan* seine zum Theil etwas schematischen Figuren entworfen hat. Oeffnet man hier einen kleinen Zweig der Lebervene, so sieht man durch die Wände des Gefässes vieleckige Felder als Umrisse der gegen die Vene gekehrten Begrenzungsflächen der Läppchen sehr deutlich (Fig. 1004). Eine aus der Mitte einer jeden dieser Flächen, die *Kiernan* „*Bases*“ der Läppchen nennt, heraustretende kleine Vene mündet unmittelbar in das grössere Gefäss ein und führt, auf der entgegengesetzten Seite verfolgt, bis ins Innere eines Läppchens, woselbst sie aus dem Kapillarnetze desselben entspringt, nie und nimmer aber weiter zu einem zweiten oder dritten Läppchen tritt. So kommt aus jedem Läppchen immer nur eine Vene heraus, die deshalb auch *V. intralobularis* oder *centralis* heisst. Die Gefässe, in welche diese Venen unmittelbar einmünden, nennt *Kiernan Sublobulares,* weil sie an den Basalflächen der Läppchen verlaufen. Dieselben sind bald grösser, beim Schweine bis zu 2—5 mm, und liegen dann in Kanälen, welche rings herum von den Grundflächen einer gewissen Anzahl von Läppchen begrenzt werden, bald feiner und sehr fein bis 62 μ und ziehen dann nur zwischen den Läppchen durch. Die *Venae sublobulares* setzen grössere Venen zusammen, welche nur wenige oder keine *Venae intralobulares* mehr unmittelbar aufnehmen

(Fig. 1004) und daher auch nur zum Theil oder gar nicht von den Grundflächen der Läppchen, sondern von den Seitenflächen oder Spitzenflächen derselben (Kapsularflächen, *Kiernan*) begrenzt werden. Solche Venen nehmen, wenn sie kleiner sind, noch *Venae sublobulares* aus den sie begrenzenden Läppchengruppen auf oder endlich nur grössere Venen, welchen dieselben fehlen.

Das Verhalten der *Venae centrales* ist sehr einfach. Eine jede derselben dringt geraden Weges in der Achse eines Leberinselchens oder Läppchens ein und spaltet sich etwa in der Mitte in zwei oder drei Hauptäste, die häufig noch einmal sich theilen. Die Kapillaren münden nicht bloss in die Enden dieser Venen, sondern auch in ihre Stämmchen während des ganzen Verlaufs derselben ein, ja es sollen, nach *Theile*, Kapillaren auch noch in die Anfänge der *Venae sublobulares* sich öffnen. An allen Läppchen oder Inselchen, deren Spitzenfläche entweder an der Oberfläche der Leber oder gegen einen grösseren Gefässstamm zugewendet liegt, erstrecken sich die Centralvenen bis nahe an die Enden derselben, während sie an den andern mehr in der Mitte bleiben, so dass sie hier überall um etwa den halben Durchmesser der Läppchen von den nächsten Interlobularvenen der *Vena portae* abstehen.



Fig. 1023.

Die Leberarterie begleitet grössentheils die Pfortader und die Gallenkanäle, liegt neben den letzteren innerhalb der *Glisson*'schen Kapsel und verhält sich in ihrer Hauptverästelung gerade wie die Pfortader. Ihre Endausbreitung findet dieselbe an den Gefässen und Gallengängen, sowie in der *Glisson*'schen Kapsel, in dem fibrösen und serösen Ueberzuge der Leber und in den Leberinselchen, und je nachdem unterscheidet man *Rami vasculares, capsulares* und *lobulares*.

1. *Rami vasculares.* Während ihrer Verästelung neben der Pfortader giebt die Leberarterie eine Menge kleiner Zweige, meist rechtwinklig ab, die in dem *Glisson*'schen Umhüllungsgewebe einen Plexus bilden, aus dem zum Theil noch *Rami lobulares* für die Seite der Pfortaderkanäle entstehen, die den Stämmen der Arterie abgewendet sind, zum Theil viele Zweigelchen für die Wände der Pfortader, die grösseren Aeste der Arterie selbst, die Lebervenen, die *Glisson*'sche Kapsel und die Gallenkanäle ihren Ursprung nehmen. Besonders ausgezeichnet ist diese Gefässausbreitung in den letztern Kanälen, so dass dieselben nach einer geglückten Einspritzung fast so roth wie die Arterien aussehen. Aus einem mässig weiten Kapillarnetze, das in allen

Fig. 1023. Ein Stückchen einer sehr gelungenen Injektion der Lebervenen des Kaninchens. Vergr. 45. Die eine *Vena centralis* ist in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar, die andere nur in ihren Wurzeln. Die Kapillaren der Läppchen fliessen zum Theil zusammen, ebenso an einem Orte zwei Venenwurzeln. Im Umkreise der Läppchen sind *Venae interlobulares* sichtbar. Nach einem Präparate von *Harting*.

den genannten Theilen, auch um die Gallengangsdrüsen, sich entwickelt, sammeln sich die *Venae vasculares*, die, wie *Ferrein* entdeckte und die Späteren von *Kiernan* an bestätigten, nicht in Lebervenen, sondern in kleine Pfortaderzweige, wie sie innerhalb der *Glisson*'schen Kapsel von grösseren abgehen, einmünden und daher als innere oder Leberwurzeln der Pfortader zu betrachten sind. Aus diesem Grunde lässt sich von der Leberarterie aus die Pfortader zum Theil einspritzen, und umgekehrt füllen sich bei Einspritzung der Leberarterie und Pfortader die fraglichen Gefässnetze von beiden Seiten her, wogegen es nicht gelingt, von den Lebervenen aus unmittelbar Masse in sie einzubringen. Nach *Beale* liegen in den weiteren Pfortaderkanälen der Leber vielfach verbundene *Venae vasculares* immer zu zweien neben den Arterien, und in ähnlicher Weise verhalten sich nach diesem Forscher auch die Venen der Gallenblase und der *Fossa transversa hepatis*.

2. *Rami capsulares*. Abgesehen von einigen schon vor dem Eintritte der Arterie in die Leber zur *Fossa ductus venosi*, zum *Lig. teres* und *suspensorium* verlaufenden Aestchen, sind alle Arterienzweige der Leberhüllen Endausläufer gewisser der durch die Leber sich verbreitenden Arterien, die an verschiedenen Orten der Oberfläche zwischen den Leberinselchen zu Tage treten. An ihren Austrittsstellen und zum Theil schon vorher zerfallen diese, beim Erwachsenen bis 0,11 mm, beim Kinde bis 0,45 mm messenden Gefässe sternförmig in 3—5 untergeordnete Aeste, verlaufen meist ausgezeichnet korkzieherartig gewunden und vielfach verbunden weiter, und überziehen so die ganze Leberoberfläche bis an die grossen Venenstämme (*Vena hepaticae*, *Vena portae*, *Venae cava inferior*) und die Lebergruben und Ränder überhaupt mit einem zierlichen Arteriennetze (Fig. 1024). Schliesslich bilden diese Arterien überall ein grossmaschiges Geflecht von Kapillaren und führen, wenigstens an vielen Orten — ob überall, lässt *Koelliker* dahingestellt — in Venen über, die an ihren Stämmen zurücklaufen, in die Leber eindringen und in Pfortaderäste einmünden. Mithin gäbe es auch *Venae advehentes capsulares* oder Pfortaderwurzeln von dieser Seite her. Die Arterien und Venen der Leberhülle stehen einerseits an ihren Endpunkten in Verbindung mit Ausläufern der *Vasa mammaria interna*, *phrenica*, *cystica*, selbst der *suprarenalia* und *renalia dextra* (*Theile*), und hängen andererseits in den Lebergruben auch mit denen der *Glisson*'schen Kapsel, der Hohlvene und Lebervenen zusammen.

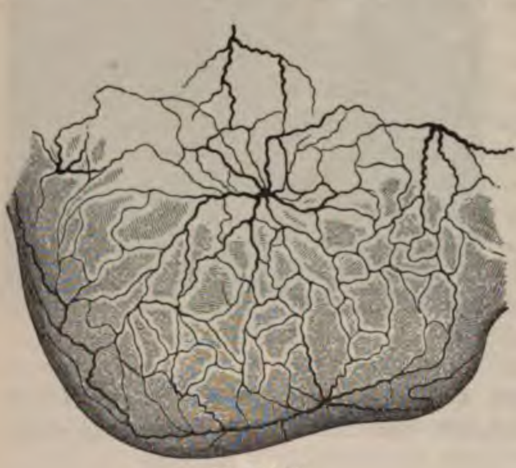


Fig. 1024.

Fig. 1024. Arteriennetz eines Theiles der gewölbten Oberfläche einer kindlichen Leber in natürlicher Grösse.

3. *Rami lobulares.* Mit jeder *Vena interlobularis* der *Vena portae* verläuft ein Aestchen der *Art. hepatica* von höchstens 17 μ (*Theile*), das zwischen den Leberinselchen, beim Schweine in den Kapseln der Läppchen, in feine, unter einander verbundene Zweigchen sich spaltet und unmittelbar mit dem äusseren Theile des Kapillarnetzes der Leberinselchen oder Läppchen, das, wie oben auseinandergesetzt wurde, von der Pfortader gebildet wird, zusammenhängt. Mithin betheiligt sich auch arterielles Blut, wenn schon in geringer Menge, an der Gallenbereitung, und ist die Leberarterie auch darin von den Bronchialarterien verschieden, deren Blut wenigstens zum Theil durch besondere Venen abgeführt wird.

Was den feineren Bau der venösen Gefässe anbelangt, so haben weder die kleineren Aeste der Pfortader, noch jene der Lebervenen deutlich von dem umgebenden Bindegewebe sich sondernde Wandungen. Die Pfortaderäste erscheinen an Durchschnitten wie von Endothel ausgekleidete Lücken (Fig. 1009) des interlobulären Bindegewebes und nur die elastischen Fasern bilden nahe dem Gefässlumen dichtere Netze, die eine Art Innenhaut darstellen. Die kleineren Lebervenen und die Centralvenen besitzen eine an elastischen Fasern reiche, bindegewebige Wand, welche — ohne elastische Fasern — in die Gitterfasern zwischen den Leberzellenblättern sich fortsetzt. Glatte Muskelzellen finden sich nur an den grösseren Venenästen, während die Leberarterie bis in die feinsten Verzweigungen eine kräftige Ringmuskelschicht und eine elastische Innenhaut besitzt.

Die Lymphgefässe der Leber sind sehr zahlreich und zerfallen in oberflächliche Netze unter der *Serosa* und tiefe Gefässe, die die Pfortader und, bei Thieren wenigstens, auch die Lebervenen begleiten (*Koelliker*). Beiderlei Gefässe stehen im Zusammenhange und führen zum Theil durch das Zwerchfell in die Brusthöhle, zum Theil zu kleinen Lymphdrüsen in der *Porta hepatis* und zu den Eingeweideplexus. Nach *Teichmann* bilden die tiefen Lymphgefässe der Leber zwischen den Läppchen entweder Netze mit verschieden grossen Lücken oder verlaufen in grösserer Zahl als einzelne Gefässe von 18 μ Durchmesser. In das Innere der Läppchen waren nur einzelne Körnchen der Injektionsmasse zu verfolgen, doch fand sich diese bis zu der *Vena centralis* hin. *v. Fleischl* und *A. Budge* konnten von den Lymphgefässen aus, welche die grösseren Lebervenen umgeben, interlobuläre Lymphgefässe um die Pfortaderäste injiciren und *Budge* stellte beim Schweine und Hunde reiche, von Endothel ausgekleidete Lymphgefässnetze dar, welche überall im interlobulären Bindegewebe sich finden und die Läppchen umhüllen. Im Innern der Läppchen finden sich keine röhrenförmigen, von Endothel ausgekleideten Lymphgefässe. *Mac Gillavry* hat zuerst beim Hunde im Innern der Läppchen Lymphbahnen injicirt, welche die Blutkapillaren scheidenartig umhüllen und einerseits von den Blutgefässen, anderseits von spärlichen Bindegewebsfibrillen, Leberzellen und Gallenkapillaren begrenzt sein sollten. Dass Gallenkapillaren an der Begrenzung dieser Räume keinen Antheil haben, ist sicher. Doch nehmen an der Begrenzung dieser Räume nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen ausser den Blutkapillaren die Sternzellen *v. Kupffer*'s, welche *Fr. Reinke* (in Verh. d. anat. Ges. XII. Vers. 1898 S. 88) für Lymphendothelien zu halten geneigt ist, ferner die Gitterfasern und wohl auch die Leberzellen theil. Eine, von *Disse* angenommene, die Leberzellenblätter umhüllende *Membrana propria* ist nicht

sicher zu erkennen (s. S. 225). *Kisselew* hat (in Centralbl. f. m. W. 1869) ein Endothel in diesen Räumen beschrieben, was aber von Niemanden bestätigt wurde, abgesehen von der eben citirten Angabe *Fr. Reinke*'s. Nach alldem ist klar, dass diese perivaskulären Räume keine eigentlichen Lymphgefässe sind. Trotzdem halten *v. Fleischl* und *Budge* diese Räume für normale Lymphbahnen, da sie, wie oben erwähnt, von den Lymphgefässen der Lebervenen aus interlobuläre Lymphgefässe füllen konnten, wobei die Injektionsmasse nur durch die perivaskulären Spalträume der Läppchen aus dem einen Gefässgebiet in das andere gelangte. Auch die in *C. Ludwig*'s Laboratorium durch *v. Fleischl, Kunkel, Kufferath* und *V. Harley* (in Arch. f. Anat. Phys. 1893) festgestellte Thatsache, dass nach Unterbindung des Gallenganges bei lebenden Thieren die Galle nicht direkt ins Blut, sondern in den Brustgang gelangt, spricht dafür, dass innerhalb der Leberläppchen normale Lymphwege vorhanden sind. Zwar hatten *Hering* (2. Mitth. S. 17) und *Koelliker* (5. Aufl.) auf Grund der leicht zu bestätigenden Thatsache, dass bei Injektionen der Gallengänge beim Kaninchen Extravasate aus den Gallenkapillaren nicht in die fraglichen Lymphräume, sondern direkt in die Blutkapillaren traten, wenigstens für dieses Thier Bedenken bezüglich der perivaskulären Lymphräume erhoben; allein *Asp* und *A. Budge* haben, wie schon früher *Frey* und *Irminger*, gezeigt, dass auch beim Kaninchen perivaskuläre Räume sich injiciren lassen. So muss man dann wohl diese perivaskulären Räume in den Leberläppchen der Thiere als Lymphspalten gelten lassen, gerade so, wie die Spalträume um die Alveolengänge der Speicheldrüsen, welche allerdings von den Drüsenzellen — im Gegensatze zur Leber — durch eine deutliche, überall geschlossene *Membrana propria* getrennt sind.



Fig. 1025.

Beim Menschen sprechen *Koelliker*'s oben angeführte Injektionen bei Kindern, bei denen von den Gallengängen aus durch Extravasat stets solche Netze in den Läppchen, wie *Mac Gillavry* sie abbildet und dann die Lymphstämme in den Portalkanälen sich füllten, für ähnliche Verhältnisse. Ebenso hat *Koelliker* bei Injektion der oberflächlichen Lymphgefässe der Leber des Erwachsenen durch Einstich in die Hülle der Leber dieselben Netze gefüllt erhalten. — Die Saugadern der Gallenblase sind äusserst zahlreich, ihr feineres Verhalten in der Schleimhaut jedoch noch unbekannt.

Fig. 1025. Injicirte Lymphgefässe von der Leberkapsel des Kindes. Vergr. 40. Neben grösseren, klappenführenden Gefässen zahlreiche in dieselben einmündende Lymphkapillaren.

Die Nerven der Leber stammen vom Sympathicus und einem kleineren Theile nach vom Vagus und breiten sich vorzüglich mit der *Arteria hepatica* aus, die sie mit engeren und weiteren Netzen umstricken. Sie führen im Bereiche der Gallenblase, sowie der grossen Gallengänge (*L. Gerlach, W. Krause*) auch spärliche Ganglien und enthalten neben vielen feinen, dunkelrandigen Röhren und marklosen Fasern von demselben Baue, wie die der Milz (siehe unten), immer einzelne dicke Fasern und lassen sich verfolgen 1. in die Gallenblase und zu den grossen Gallengängen, 2. in der *Glisson*'schen Kapsel bis zu den *Arteriae interlobulares*, wo die feinsten Zweigchen von 18—27 μ nur noch marklose Fasern führen, 3. zu den Lebervenen, 4. endlich in die Hüllen des Organes. Den feineren Bau der Ganglien der Gallenblase bei Hund und Katze behandelt sehr eingehend *A. Dogiel* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 46 S. 309). Nerven im Innern der Läppchen wurden lange vergeblich gesucht. Die Angaben *Pflüger*'s, denen zufolge jede Leberzelle sozusagen eine kernhaltige Anschwellung einer Nervenfaser sein sollte, haben sich eben so wenig bestätigen lassen, als die von verschiedenen Autoren auf Grund von Goldbildern gegebenen Beschreibungen von Nervennetzen, welche sich als dem Systeme der Gitterfasern (s. S. 224) angehörig erwiesen. Mit Hilfe der *Golgi*-Methode haben *G. Retzius* und *Koelliker* nur interlobuläre Nerven aufgefunden. Erst *H. Berkley* ist es gelungen, nach Vorbehandlung kleiner Leberstückchen mit konzentrirter Pikrinsäure, mittelst der Chromsilbermethode auch intralobuläre Nerven nachzuweisen. *Berkley*'s Untersuchungen ergaben Folgendes. Erstens geben den Verzweigungen der Pfortader folgende Geflechte terminale Fasern an die Wandungen derselben ab, aber auch feinste Zweige, welche in die Läppchen zwischen die Leberzellen eindringen. Zweitens geben auch die periarteriellen Geflechte, welche vorzüglich die Media der Arterien versorgen, intralobuläre Zweige ab. Drittens bilden die Nerven auch um die Gallengänge Geflechte, aus welchen terminale Fäden zwischen die Epithelzellen der Gänge eindringen, ausserdem aber ebenfalls intralobuläre Fäserchen. Viertens endlich geben auch die Geflechte, welche die Centralvenen begleiten, Zweigchen zwischen die Leberzellen ab. Die demnach aus vier Quellen stammenden feinen, intralobulären Nerven ziehen in welligem Verlaufe unter vielfacher Theilung und Geflechtbildung zwischen den Leberzellen hin und sollen an denselben mit einfachen oder gabelig getheilten Terminalfäserchen enden. *Korolkow*, ein Schüler *Dogiel's*, hat die Nerven nach der Methylenblaumethode bei der Taube untersucht. Er findet feinste Nervennetze, welche die Leberzellen umspinnen, aber keine freien Enden. Diese feinsten varikösen Nervennetze sollen aus interlobulären, markhaltigen Fasern sich abzweigen.

Die Untersuchung der Leber wird am besten zuerst beim Schweine vorgenommen, bei welchem Thiere die deutliche Sonderung der Läppchen die Auffassung der Beziehungen des absondernden Gewebes zu den Gefässen und Lebergängen ungemein erleichtert. Die Leberzellen stellen sich bei allen Geschöpfen mit der grössten Leichtigkeit einzeln und in Reihen oder in Bruchstücken der Blätter dar; um dagegen ihre Gesammtanordnung richtig aufzufassen, kann man entweder aus einer frischen Leber mit dem Doppelmesser oder dem Gefriermikrotom feine Schnitte ausschneiden oder in Fixirungsflüssigkeiten erhärtete Lebern benutzen und dann noch die gebräuchlichen Färbungen anwenden. Werden im letzteren Falle auch noch die Blutgefässe mit Berlinerblau gefüllt, so erhält man ausgezeichnet schöne Bilder. Die feinsten interlobulären

Gallengänge sind nicht leicht zu finden, doch wird man bei Schnitten, die durch mehrere Läppchen gehen, bei sorgfältigem Suchen fast in jedem Stücke am Rande der Läppchen einzelne Bruchstücke derselben, die an ihren kleinen, vieleckigen Zellen leicht kenntlich werden, wahrnehmen. Die Gallenkapillaren lassen sich durch Einbringen von Indigokarmin in den Blutstrom (*Chrzonszczewsky*) und beim Kaninchen schon mit der Spritze nicht unschwer mit Berlinerblau injiciren. Viel schönere Füllungen gewinnt man jedoch mit einem mässigen konstanten Quecksilberdrucke von 20—40 mm nach *Ludwig*'s Methode, und vor Allem mit *Hering*'s ausgezeichnetem Apparate; nur muss die Leber ganz frisch sein und, wie *Hering* empfiehlt, gleich nach dem Oeffnen des Thieres durch Durchschneiden der *Cava* über dem *Diaphragma* möglichst blutleer gemacht werden. Auf diesem Wege kann man in ein paar Minuten ausgezeichnet reine und stellenweise vollständige Füllungen der Leberläppchen erhalten und nachträglich noch die Pfortader mit Karmin und Leim injiciren. Eine so eingespritzte Leber erhärtet man in einem mit einigen Tropfen Essigsäure angesäuerten Alkohol von 33—40° und giebt dann feine Schnitte erst in Creosot (*Stieda*) und dann in Balsam. Oder man färbt vorher Schnitte von Lebern, deren Blutgefässe nicht gefüllt sind, in Karmin und schliesst sie dann wie gewöhnlich ein. Sehr leicht imprägniren sich die Gallenkapillaren mittelst der schnellen Golgimethode, doch meistens nicht so vollständig wie sie bei guten Injektionen hervortreten. Zur Untersuchung injicirter Gallenkapillaren ist das stereoskopische Mikroskop unschätzbar, und erhält man in keiner andern Weise so klare Anschauungen des wirklichen Verhaltens der Netze der Gallenkapillaren. Die gröberen Gallenwege machen keine Schwierigkeiten. Die Drüsen derselben sieht man zum Theil mit blossem Auge, zum Theil durch *Natron causticum* leicht und die *Weber*'schen Anastomosen der zwei Lebergänge in der *Fossa transversa* bei guten Einspritzungen. Die *Vasa aberrantia* nimmt man auch ohne Füllung bei Essigsäure oder Natronzusatz wahr. — Nerven und Lymphgefässe der Leber sind, die feinsten Theile derselben ausgenommen, auch beim Menschen leicht zu sehen. Die Blutgefässe erfordern gute Einspritzungen, für die beim Menschen vor Allem kindliche Lebern sich als geeignet zeigen, an denen namentlich die Ausbreitungen der *Art. hepatica* in der serösen Hülle, an den Gefässen etc. prächtig werden. Das Kapillarnetz der Läppchen füllt sich mit feiner Masse leicht, auch sind eine Reihe vortrefflicher Stücke von verschiedenen Meistern allgemein verbreitet.

Litteratur der Leber. *F. Kiernan*, The anatomy and physiology of the liver, in Phil. transact. 1833; *E. H. Weber*, Annot. anat. et physiol. Prol. VI, VII et VIII. Lips. 1841 u. 1842, und Programmata collecta. Fasc. II. Lips. 1851; dann in *Müller*'s Arch. 1843. S. 318, und Berichte der K. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig, 1850. S. 151; *A. Krukenberg*, Untersuchungen über den feineren Bau der menschl. Leber, in *Müller*'s Arch. 1843; *J. Müller* in seinem grossen Drüsenwerk, in der Physiologie und in seinem Archiv 1843, S. 338; *Theile*, Art.: Leber in *R. Wagner*'s Handw. der Phys. II, S. 308, 1844; *C. L. J. Backer*, De structura subtiliori hepatis sani et morbosi. Diss. inaug. Trajecti ad Rhenum 1845; *Natalis Guillot*, Sur la structure du foie des animaux vertébrés, in Ann. d. sciensc. nat. 1848, p. 129; *A. Retzius*, Ueber den Bau der Leber, in *Müller*'s Arch. 1849, II, S. 154; *C. Wedl*, Ueber die traubenförmigen Gallengangdrüsen, in Sitzungsber. der Wien. Akad. 1850, Dec. S. 480, c. tab; *N. Weja*, Beiträge zur feineren Anatomie der Leber, in *Müller*'s Arch. 1851, S. 79; *Lereboullet*, Sur la structure intime du foie. Paris 1853, auch in Compt. rend. 1852, Janv.; *A. Cramer*, Bijdr. t. d. fijn. struct. d lever, in Tijdschr. d. nederl. maatsch. 1853, Febr.; *Gerlach*, in Ecker Icones. Tab. VII; *Reichert*, im Jahresbericht von 1855, S. 77; *Remak*, Unters. z. Entw. S. 118; *Rainey*, On the capillaries of the liver, in Mikr. Journ. I, p. 231; *Koelliker*, Vorkommen e. phys Fettleber bei saugenden Thieren, in Würzb. Verh. VII; *L. S. Beale*, Lect. on the min. anat. of the liver, in Med. Tim. and Gaz. 1856. Nr. 299, 302, 303, 306, dann in Philos. Trans. Vol. 146, I, p. 375; On some points of the anat. of the liver. London 1856, Churchill, und Archives of Medecine, London 1857, I, p. 21—34 und II, p. 116; *Virchow*, Ueber das Epithel der Gallenblase und e. intermediären Stoffwechsel des Fettes, in s. Arch. XI, S. 574; *L. Braun*, De hepatis cellulis et commutationibus, quas subeunt illae quidem reagentibus chemicis tractatae. Gryphiae. 1858, Diss.; *Luschka*, Die Drüsen der Gallenblase des Menschen, in Zeitschr. f. rat.

Med. 1858, Bd. IV, S. 189; *Schmidt*, in Amer. Journal of the medical Science. 1859, p. 13; *J. Budge*, Ueber den Verlauf der Gallengänge, in *Müller*'s Arch. 1850. S. 642; *E. Wagner*, Beitrag z. norm. Bau der Leber, in Arch. d. Heilkunde. 1859, S. 251, und Oestr. Zeitschr. f. prakt. Heilk. 1861, Nr. 13; *J. Engel-Reimers*, Expl. micr. de tel. hepat. conjunctura. Berol. 1860; *Heschl*, in Oestr. Zeitschr. f. prakt. Heilk. 1861, Nr. 10; *Henle*, in Gött. Nachr. 1861, Nr. 20, und in s. Splanchnologie; *J. Andréjević*, Ueber den feineren Bau der Leber, in Wiener Sitzungsber. Bd. LXIII, S. 379, abgedr. in *Moleschott*'s Unt. VIII, S. 350; *J. Schroeder van der Kolk*, in Versl. d. K. Akad. v. Wetenschappen Naturk. D. VII (Leber des Elephanten); *F. Schweigger-Seidel*, in *Virch.* Arch. XXVII, S. 505 (Gallenkapillaren); *L. Riess*, in Arch. f. Anat. 1863, S. 473 (Gallengänge); *Mac Gillavry*, in Wien. Sitzungsber. Bd. L, II. Abth. S. 207; *E. Brücke*, in Wien. Sitzungsber. Bd. L. II. Abth. S. 501; *N. Chrzonszczewsky*, in Med. Centralbl. 1864, Nr. 38, *Virch.* Arch. Bd. XXXV, S. 153; *J. Hyrtl*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLIX, S. 161; *G. Irminger*, Beitr. zur Kenntniss der Gallenwege, Zürich 1865. Diss.; *E. Hering*, Ueber den Bau der Wirbelthierleber. I. Abth., in Wien. Sitzungsber. 11. Mai 1866, II. Abth. ibid. 6. Dez. 1866, beide im Bd. LIV, ferner: Vorläufige Mittheilung zur II. Abth. Bd. LIV, S. 240; *C. J. Eberth*, im Med. Centr. 1866, Nr. 57 u. in *Virch.* Arch. Bd. XXXIX, S. 70; *Reichert*, im Arch. f. Anat. 1866, S. 734.

Von neuerer Litteratur sei, abgesehen von der im Texte citirten, noch angeführt: *E. Hering*, Von der Leber in *Stricker*'s Handb. S. 429; *C. J. Eberth*, in Arch. f. mikrosk. Anat. III. Bd.; *G. Asp*, in Berichte d. k. sächs. Ges. d. Wissensch. Math. Phys. Cl. 1873; *v. Fleischl*, Von der Lymphe und den Lymphgefässen der Leber Ibid. 1874; *A. Budge*, Ibid 1875; *Peszke*, Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues der Wirbelthierleber. Diss. Dorpat 1873; *R. Heidenhain*, Die Gallenabsonderung in Handb. der Physiol. v. *Lud. Hermann*, V. Bd. I. Th. S. 209; *L. Pfeiffer*, Ueber Sekretvakuolen etc. in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXIII; *P. Rothe*, Ueber die Sternzellen in der Leber. Dissert. München 1882; *C. Toldt* u. *E. Zuckerkandl*, Ueber Form- und Texturveränderungen der menschl. Leber während des Wachsthums in Sitzber. der kais. Akad. in Wien, Bd. LXXII (1875); *v. Kupffer*, Ueber den Nachweis der Gallenkapillaren etc. in Sitzber. der Ges. für Morph. und Phys. in München. V. Bd. 1889; *Disse*, Ueber die Lymphbahnen der Säugethierleber, in Arch. f. mikr. Anat. 36. Bd.; *E. Lahousse* La céllule hépatique in Arch. de Biol. pub. par *E. van Beneden* et *Chr. van Bambeke*, Tome VII, p. 167; *G. Retzius*, Biolog. Unters. N. F. Bd. III, S. 65 u. Bd. IV, S. 67 (1892); *Geberg*, in Internat. Monatschr. f. Anat. u. Phys. Bd. X; *R. Krause*, in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XLII; *H. Berkley*, in The Johns Hopkins Hospital Reports, Vol. IV, No. 4—5, Baltimore 1894 und in Anat. Anz. VIII. 1893; *Korolkow*, in Anat. Anz. VIII. S. 751; *V. Harley*, in Arch. f. Anat u. Physiol. Phys. Abth. 1893, S. 291; *H. Braus*, in *Semon* Zool. Forschungsreisen in Australien. II. Bd. zugleich V. Bd. der Denkschr. der med. naturw. Gesellsch. zu Jena; *Brachet*, Die Entwicklung und Histogenese der Leber und des Pankreas in *Merkel* und *Bonnet*: Ergeb. der Anat. u. Entwicklgsch. VI. Bd. 1897; *A. Geberg*, Zur Verständigung über den Drüsenbau der Leber der Säugethiere in Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. XIV. 1897.

VI. Von der Bauchspeicheldrüse.

§ 255.

Von dem absondernden Gangsysteme.

Die Bauchspeicheldrüse, *Pankreas*, ist in ihrem Baue den Mundspeicheldrüsen ähnlich und stellt, wie diese, eine tubulo-acinöse Drüse dar, welche aus vielen Läppchen zusammengesetzt ist. In ihrem feineren Baue zeigt sie jedoch eine Reihe von Eigenthümlichkeiten, welche sie von den Mundspeicheldrüsen, namentlich auch von der Parotis, deren Drüsenzellen mit jenen des *Pankreas* noch am meisten Aehnlichkeit haben, scharf unterscheiden, vor Allem das Vorkommen von eigenthümlichen Zellenhaufen (§ 256), welche man nicht zu den

eigentlichen Drüsengängen rechnen kann. Die interlobulär verlaufenden Verzweigungen der Ausführungsgänge sind von Cylinderepithel ausgekleidet, das im Hauptausführungsgange 13—18 μ hoch in den Aesten allmählich auf 5—7 μ sich abflacht.

Aus diesen interlobulären Gängen gehen in die Läppchen Röhren, welche von einem platten, einschichtigen Epithel bedeckt sind und aus Zellen bestehen, die nur 2—3 μ hoch bei einer Länge von 12 μ sind. Diese von plattem Epithel ausgekleideten Gänge, welche sich noch reichlich verzweigen, ehe sie in die secernirenden Alveolengänge übergehen, kann man als Schaltstücke bezeichnen. Der Uebergang der feineren Verzweigungen der Ausführungsgänge in die Schaltstücke erfolgt entweder ganz allmählich, indem die Gänge immer dünner werden oder aber plötzlich, indem aus Gängen von etwa 20 μ Durchmesser mit 5—7 μ hohen Zellen sich Schaltstücke abzweigen, die 5—6 μ dick und von 2—3 μ hohen Zellen ausgekleidet sind (Fig. 1030), wie dies auch *Böhm* und *v. Davidoff* (Lehrb. d. Hist. Fig. 149) abbilden. Speichelröhren, wie sie in der Ohr- und in der Unterkieferspeicheldrüse vorkommen und einen nicht unbedeutenden Antheil der primären Läppchen dieser Drüsen bilden, fehlen der Bauchspeicheldrüse vollständig.

Dagegen haben die Schaltstücke des *Pankreas* einige Aehnlichkeit mit jenen der Parotis; ihr Uebergang in die Alveolengänge zeigt aber ein eigenthümliches Verhalten, welches bei der Parotis kaum angedeutet ist. Die Zellen der Schaltstücke setzen sich nämlich noch eine kürzere oder längere Strecke weit in das Innere der Alveolengänge fort und werden von aussen durch die Drüsenzellen umhüllt, bedecken jedoch die letzteren nicht vollständig. Es sind diese, die Lichtung der Anfänge der eigentlichen Drüsengänge auskleidenden Elemente, die zuerst von *Langerhans* beschriebenen centroacinären Zellen (Fig. 1026), die schliesslich nur mehr als einzelne spindelförmige Gebilde, welche den Drüsenzellen anliegen, zu verfolgen sind und sich bald gänzlich verlieren. Der überwiegende Theil der Alveolengänge bleibt von centroacinären Zellen frei.



Fig. 1026.

Soweit centroacinäre Zellen vorhanden sind, erscheinen die Drüsenschläuche von einem zweischichtigen Epithel ausgekleidet. Die centroacinären Zellen sind durch ihre elliptischen, chromatinarmen Kerne von den Drüsenzellen an gefärbten Schnitten leicht zu unterscheiden.

Die wie in den Mundspeicheldrüsen von einer *Membrana propria* mit Korbzellen umhüllten Alveolengänge, deren tubulöse Beschaffenheit *Latschenberger* und ich selbst gegenüber den älteren Anschauungen, welche der Bauchspeicheldrüse einen acinösen Bau zuschrieben, feststellten, sind lange, vielfach

Fig. 1026. Schnitt vom *Pankreas* eines 28jährigen Guillotinirten. *Zenker*'s Flüss. Vergr. 700. *a* Aussenzone mit Kern; *i* Innenzone mit nicht erhaltenen Körnchen der Drüsenzellen; *c* Centroacinäre Zellen im Querschnitte, *c'* im Längsschnitte; *s* Ende eines Schaltstückes.

gewundene, verästelte und mit zahlreichen seitlichen Ausbuchtungen versehene Röhren, deren Drüsenzellen im frischen Zustande ein sehr charakteristisches Bild darbieten. Wie zuerst *Claude Bernard* abbildete und *Langerhans* genauer beschrieb, zeigen die Drüsenzellen ihre der Lichtung der Gänge zugewendete Innenseite dicht von stark lichtbrechenden kleinen Körnchen erfüllt, während die der *Membrana propria* zugekehrte Aussenseite matt glänzend und fast homogen erscheint und den am lebenswarmen Objekte fast unsichtbaren Kern enthält (Fig. 1027). Dieses Verhalten zeigt, soweit bekannt, die Bauchspeicheldrüse bei allen Wirbelthieren und man glaubte in früherer Zeit, dass Aehnliches in keiner anderen Drüse vorkomme. Indessen haben die Untersuchungen von *Langley* und *Flemming* (siehe § 219) ergeben, dass die Eiweissdrüsen der Mundhöhle ebenfalls eine körnerreiche Innenzone und eine fast körnchenfreie Aussenzone mehr weniger deutlich zeigen können. Die homogene Aussenzone der Pancreaszellen lässt aber, wie *R. Heidenhain* nachwies, schon im frischen Zustande eine feine Streifung erkennen, welche an analoge Strukturverhältnisse in den Zellen der Speichelröhren der Unterkiefer- und Ohrspeicheldrüse, sowie an die Stäbchenstruktur der Zellen der gewundenen Harnkanälchen erinnert. Doch ist diese Struktur lange nicht so deutlich, wie in den Speichelröhren der Mundspeicheldrüsen und ich habe mich vergeblich bemüht, dieselbe durch das von *Heidenhain* empfohlene Ammoniumchromat an isolirten Zellen zu sehen; wohl aber lässt sich dieselbe an fixirten Präparaten (Fig. 1029) erkennen. Die Form der Drüsenzellen ist im Allgemeinen eine abgestumpft kegel- oder pyramidenförmige, doch kommen auch hier wegen der vielfachen Biegungen und seitlichen Ausbuchtungen der Gänge wie in den Mundspeicheldrüsen sehr mannigfaltige Formen vor. Der grösste Durchmesser beträgt nach Präparaten vom Menschen, die in *Zenker*'s Flüssigkeit konservirt sind, gemessen 7—19, im Mittel 10 μ. Die Körnchen der Innenzone nehmen, wie *R. Heidenhain* zeigte, je nach dem Funktionszustande der Drüsen einen breiteren oder schmäleren Theil der Zelle ein. An Alkoholpräparaten färbt sich, wie ebenfalls *R. Heidenhain* fand, mit neutralem Karmin die Aussenzone lebhaft roth, die Innenzone dagegen kaum merklich. Bei hungernden Thieren (Hunden) ist die körnige Innenzone sehr breit, die homogene Aussenzone erscheint nur wie ein schmaler Saum. In der ersten Verdauungsperiode nach reichlicher Fütterung wird dagegen die körnige Innenzone sehr schmal, die homogene Aussenzone sehr breit bei gleichzeitiger Verkleinerung der Zellen. In der zweiten Verdauungsperiode stellt sich allmählich, während die Absonderung zum Stillstande gelangt, das Bild der Zelle, wie es beim hungernden Thiere gefunden wird, wieder her. Wesentlich dieselben Veränderungen, wie sie *R. Heidenhain* in der ersten Verdauungsperiode beobachtete, fand *Mouret* nach Pilocarpininjektionen. *Kühne* und *Lea* haben beim Kaninchen, dessen Bauchspeicheldrüse wegen ihrer flachen Ausbreitung im Mesenterium des Duodenums der direkten Beobachtung mit dem Mikroskop zugänglich ist, am lebenden Thiere bei erhaltener Blutcirkulation den Sekretionsvorgang untersucht. Sie konnten in Uebereinstimmung mit den Schlüssen *R. Heidenhain*'s aus den an Alkoholpräparaten gemachten Befunden direkt sehen, dass während der Sekretion die Körnchen der Innenzone allmählich aufgebraucht werden und nebstdem beobachten, dass die secernirenden Schläuche gegenüber den ruhenden durch Hervorwölbungen und Einkerbungen der *Membrana*

propria, entsprechend den Drüsenzellen, ausgezeichnet sind und die Grenzen der Zellen scharf erkennen lassen, während die ruhenden Schläuche glatte Contouren und nur undeutlich von einander abgegrenzte Zellen zeigen. Die beistehende Fig. 1027, welche nach einem, einer eben getödteten Ratte entnommenen, ohne Zusatzflüssigkeit unter das Mikroskop gebrachten Präparate gezeichnet ist, entspricht demnach dem Bilde eines im thätigen Zustande befindlichen Schlauches nach *Kühne* und *Lea*.



Fig. 1027.

Wie *R. Heidenhain* ferner nachgewiesen hat, steigt und fällt der Gehalt des Sekretes an wirksamen Verdauungsfermenten mit dem Entwicklungsgrade der körnigen Innenzone und wird bei Hunden mit permanenten Pankreasfisteln sehr arm an Fermenten, während gleichzeitig die Zellen fast gänzlich der Körnchen verlustig geworden sind. Für das eiweissverdauende Ferment, das Trypsin *Kühne*'s (Pankreatin) weist *R. Heidenhain* ferner nach, dass dasselbe nur im fertigen Sekrete, nicht aber in den ruhenden Zellen sich findet, da ein frisches Pankreas, welches die körnige Innenzone der Zellen in bester Entwicklung zeigt, kein Trypsin, sondern nur eine Vorstufe desselben, das Zymogen enthält. Die Körnchen der Drüsenzellen können also nur Zymogen, dessen Quantität der Entwicklung der körnigen Innenzone parallel geht, nicht aber Trypsin enthalten. Diese Erfahrungen sind für die Auffassung des Sekretionsvorganges von allgemeiner Bedeutung geworden und man darf mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Körnchen, welche in den Zellen anderer Drüsen des Verdauungsapparates (Speicheldrüsen, Magen etc.) nachweislich vorkommen und während der Sekretion verbraucht werden, Vorstufen der specifischen Fermente, nicht aber die letzteren selbst sind.



Fig. 1028.

Die Zymogenkörnchen der Drüsenzellen der Bauchspeicheldrüse sind sehr stark lichtbrechend und wurden daher von *Koelliker* (Mikr. Anat. II), *Henle*, *W. Krause*, sowie von *Langerhans* — von letzterem auch noch besonders, weil sie sich in Ueberosmiumsäure stark bräunen und in Alkalien lösen — für Fett gehalten. Dieselben sind aber gegen Wasser sehr empfindlich und lösen sich nach vorausgehender Quellung in demselben. Die Körnchen sind zum Theil über 1 μ gross und lassen sich schwer konserviren; auch in Osmium- oder Sublimatgemischen, in welchen sie fixirt werden, findet man die Präparate nur an der Oberfläche mit gut erhaltenen Zymogenkörnchen, im Innern etwas dickerer

Fig. 1027. Stück eines Pankreasalveolenganges von der Ratte. Frisch ohne Zusatz. Vergr. 200. *h* Homogene Aussenzone mit den Zellkernen; *k* Körnige Innenzone; *l* Lichtung des Drüsenganges.

Fig. 1028. Von einem Schnitte durch das *Pankreas* des Axolotls. *Van Gehuchten*'s Flüss., Hämatox., Eosin. Vergr. 900. Links Zelle mit Kern *K* mit Chromosomen und Kernkörperchen. Rechts Zelle, deren Kern weggeschnitten. An letzterer das Wabenwerk der Innenzone *J* in das Wabenwerk der Aussenzone *A* übergehend, in welchem in Hämatoxylin dunkel gefärbte Längsbalken zu sehen sind.

Drüsenstückchen sind sie dagegen in der Regel grösstentheils zerstört. Alle Sublimatgemische bewirken ferner eine merkliche Schrumpfung der Zellen und die im Leben homogen erscheinende Aussenzone zeigt meistens, neben Vakuolisirung, eine nur unvollkommen hervortretende, streifige Zeichnung, die stellenweise wie von zusammengebackenen Fäden herrührend erscheint (Fig. 1026). An Schnitten von Pankreasstücken, welche mit dem von *Van Gehuchten* angegebenen Gemenge (Alkohol 60, Chloroform 30, Eisessig 10) gehärtet sind, erscheinen die Körnchen der Zellen gelöst und die Grundmasse, in welcher sie enthalten waren, wie ein Wabenwerk. An den grossen Zellen vom Pankreas des Axolotls lässt sich deutlich erkennen, dass das Wabenwerk der Innenzone aus gleichmässigen Maschen besteht, während jenes der Aussenzone längslaufende Balken, zwischen welchen kleine Maschen liegen, zeigt (Fig. 1028). Die Längsbalken der Aussenzone färben sich bei der Doppelfärbung in Hämatoxylin-Eosin violett, die Wabenwände der Innenzone dagegen roth. Die Kerne der frischen Pankreaszellen erscheinen als rundliche Bläschen mit meistens einfachen Kernkörperchen. An fixirten Präparaten zeigen die Kerne oft auch mehr ellipsoidische oder geschrumpfte Formen und nach entsprechender Färbung ein Chromatinnetz, das aus spärlichen Netzbälkchen mit eingelagerten Körnern besteht und meistens noch ein grösseres Korn, das Kernkörperchen, erkennen lässt. Bisweilen findet man Zellen mit zwei Kernen. Häufig erscheint ein Theil der Kerne den übrigen gegenüber auffallend chromatinarm und bei Färbungen daher sehr blass. Ein in seiner Bedeutung trotz vielfacher Untersuchungen noch wenig klares Gebilde ist der von *M. Nussbaum* in den Drüsenzellen des Pankreas aufgefundene Nebenkern. Er ist an frischen Zellen nicht zu sehen und auch an fixirten Präparaten nur unter besonderen Umständen wahrzunehmen, welche es zweifelhaft machen, ob derselbe als solcher im Leben vorhanden ist. An mir vorliegenden Präparaten von in Sublimat fixirten Bauchspeicheldrüsen des Frosches, welche in Hämatoxylin und Eosin tingirt sind, stellt sich derselbe als ein in Eosin roth gefärbtes rundliches oder unregelmässiges, bisweilen halbmondförmiges Gebilde dar, welches in der homogenen Aussenzone gewöhnlich zwischen dem Kerne und der *Membrana propria* in einer ganz hellen, ungefärbten Substanz, welche erst an der Oberfläche der Zelle von dichterem, roth gefärbtem Ektoplasma begrenzt wird, seine Lage hat. Die halbmondförmigen Nebenkerne schmiegen sich mit ihrer konkaven Fläche der äusseren, der *Membrana propria* zugewendeten Fläche der Kerne an und scheinen wie aus dicht gedrängten, fast parallelen oder gedrehten und verwirrten Fäden aufgebaut. Ihre Oberfläche ist unregelmässig, wenig scharf begrenzt. In anderen Fällen stellt der Nebenkern ein rundliches oder fast ellipsoidisches, schärfer begrenztes Gebilde dar, das im Inneren eine Höhlung und an der Peripherie eine in Hämatoxylin sich stärker färbende Oberflächenschicht zeigen kann. Solche Nebenkerne kommen ebenfalls dem Kerne dicht anliegend oder auch weiter entfernt von demselben in Ein- oder Mehrzahl vor. Endlich kommen auch rundliche Nebenkerne vor, welche einen fädigen Bau zeigen, wie die erst erwähnten, halbmondförmigen. Stets sind die Nebenkerne erheblich kleiner als die Kerne. Niemals konnte ich einen Nebenkern in einer Zelle finden, deren Aussenzone gut und gleichmässig fixirt war. Die Mehrzahl der Beobachter (*Nussbaum*, *Ogata*, *Platner*, *Nicolaides* und *Melissinos*, *Eberth* und *Müller*, *Ver Eecke*) geben an, dass nach reichlicher Nahrungs-

aufnahme oder nach Pilocarpininjektion die Nebenkerne häufiger zu finden sind. Da bei der Sekretion die Aussenzone der Zellen breiter wird und die Kerne nach einwärts rücken, ist es sehr wohl möglich, dass gerade dadurch, bei ungenügender Fixirung der Präparate, die Bedingungen für klumpige Zusammenballungen der fädigen und körnigen Bestandtheile der Aussenzone der Drüsenzelle und für gleichzeitige Quellung des Restes gegeben sind. Mit Rücksicht auf die höchst ungleichmässige Erscheinungsform der Nebenkerne bin ich geneigt, dieselben in diesem Sinne als Kunstprodukte zu betrachten, ohne leugnen zu wollen, dass ein Theil der Nebenkerne, nämlich die scharf begrenzten, stärker tingirbaren Formen, wie dies *Henneguy* (in Lecons sur la cellule. Paris 1896. S. 155) annimmt, durch Chromatolyse aus dem Kerne hervorgehen können.

Die nur 1—2 μ weiten Lichtungen der Alveolengänge des Pankreas lassen sich, wie *Langerhans* beschrieb, am frischen Objekte zwischen dem stark lichtbrechenden „Körnchenbaum" der Innenzone der Pankreaszellen verfolgen. Es lässt sich aber auch feststellen, dass von dem centralen Lumen der Gänge Seitenzweige, Sekretkapillaren, zwischen die Zellen, soweit deren körnige Innenzone seitlich herabreicht, eindringen. *Langerhans* hat durch Injektion diese Sekretkapillaren dargestellt und betont, dass dieselben niemals die *Membrana propria* erreichen. Später haben *Saviotti* und *Gianuzzi* Netze injicirt, welche die Pankreaszellen rings umschliessend, theilweise unter der *Membrana propria* verlaufen. Dieselben haben sich jedoch als Kunstprodukte ergeben und *Kühne* und *Lea* haben durch einen entscheidenden Versuch den Beweis geliefert, dass die der *Membrana propria* zugewendete Seite der Zelle nicht secernirt. Wenn dieselben am lebenden Kaninchen defibrinirtes Vogelblut in das Gangsystem injicirten, konnten sie häufig beobachten, dass rothe Blutkörperchen nicht nur die centralen Lichtungen der Alveolengänge erfüllten, sondern auch, zwischen den Seitenflächen der Zellen hindurch, bis an die *Membrana propria*, zwischen diese und die äussere Seite der Drüsenzellen gelangten. Wenn solche bluterfüllte Gänge zu secerniren begannen, so wurden die Blutzellen in der Lichtung der Röhren bald gelöst und verdaut, während die an der *Membrana propria* liegenden Blutzellen auch nach tagelanger Beobachtung keine Veränderung zeigten.

Die neueren Erfahrungen mit Hilfe der *Golgi*-Methode durch *Ramón y Cajal* und *Sala*, *Dogiel*, *Laserstein* u. A. ergaben in Uebereinstimmung mit diesen Befunden, ebenso wie die rein färberischen Methoden (siehe Drüsen der Mundhöhle), dass zwar intercelluläre Sekretkapillaren vorhanden sind, aber dass dieselben nirgends die *Membrana propria* erreichen. Wie bei der Leber und bei den Eiweissdrüsen der Mundhöhle erhält man durch die *Golgi*-Imprägnation auch Sekretvakuolen im Zusammenhange mit den Sekretkapillaren und -Gängen schwarz gefärbt; jedoch sind in den Pankreaszellen ebenso wenig, als in jenen der Leber dieselben als ständige, präformirte Bildungen anzusehen und sie entstehen wohl nur in dem Masse, als bei der Sekretion die Zymogenkörnchen zu flüssigem Sekrete sich umwandeln.

Bezüglich des von mir früher angenommenen intraalveolaren Netzes in dessen Hohlräumen die Drüsenzellen liegen sollten und das ich ausser in den Mundspeicheldrüsen besonders deutlich im Pankreas zu finden glaubte, und mit den centroacinären Zellen in Verbindung brachte, sei zunächst auf das bei den Mundspeicheldrüsen Gesagte verwiesen. Ich betrachte das intraalveolare Netz der Drüsenschläuche des Pankreas nunmehr als ein Kunstprodukt, das theilweise aus dem die Zellen verbindenden Kitte

zum Theile aus dem Ektoplasma der Drüsenzellen selbst hervorgeht und dieser Entstehungsweise zufolge ebenso wohl mit den centroacinären Zellen als mit der *Membrana propria* in Zusammenhang zu sein scheint. Zu diesem Verlassen meiner älteren Annahme sehe ich mich, trotzdem *Renaut* und *Podwjssotski* theilweise zu ähnlichen Vorstellungen gelangten, vorzüglich aus dem Grunde veranlasst, weil nunmehr zweifellos festgestellt ist, dass die von mir durch Injektion zwischen dem vermeintlichen Netze und den Drüsenzellen dargestellten Räume theilweise aus wahren Sekretkapillaren hervorgehen, theilweise aber durch Loslösung der Zellen von dem dieselben mit ihren Nachbarn und der *Membrana propria* verbindenden Kitte sich bilden. — Die sonderbare Thatsache, dass die Bauchspeicheldrüse neben dem pankreatischen Gange (*Ductus pancreaticus*, *Wirsungianus*) noch einen zweiten Ausführungsgang (*Ductus accessorius Santorini*) besitzt, der jedoch, wie *K. K. Helly* (in Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entwicklg. 52. Bd.) jüngst sicher feststellte, auch obliteriren kann, hat erst in neuerer Zeit eine entwicklungsgeschichtliche Erklärung gefunden. Schon 1875 hat *Goette* bei Bombinator neben einer aus der dorsalen Darmwand hervorgehenden Ausstülpung zwei symmetrische rechts und links von der Mündung des Leberganges hervorsprossende Pankreasanlagen gefunden. Zahlreiche neuere Untersuchungen haben nun übereinstimmend ergeben, dass in allen Wirbelthierklassen mehrfache Pankreasanlagen auftreten.

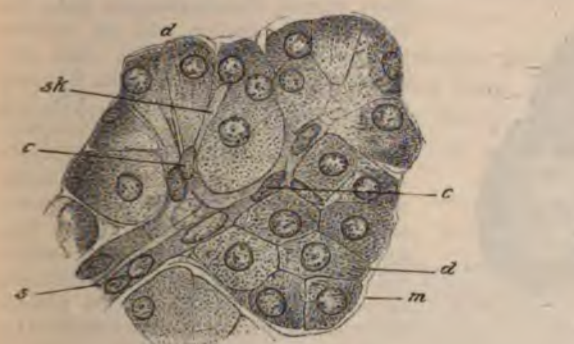


Fig. 1029.



Fig. 1030.

Beim Menschen fand *Phisalix* und bald darauf *Zimmermann* ausser der dorsalen auch eine ventrale Pankreasanlage und *Hamburger* beim fünfwöchentlichen Embryo ein grösseres dorsales Pankreas und ein kleineres ventrales, welches von der Mündungsstelle des *Ductus choledochus* ausgeht. Beim 6 wöchentlichen Embryo sind bereits beide Anlagen verwachsen. Der Ausführungsgang der ursprünglich grösseren Anlage wird zum *Santorini*'schen, jener der ursprünglich kleineren, nur einen Theil des Kopfes der Drüse bildenden Anlage aber zum Hauptgange, dem *Ductus Wirsungianus*. Beim Schafe ist, wie *Stoss* nachweist, die ventrale Anlage ursprünglich doppelt, wird aber durch Verwachsung bald einfach und *Jankelowitz* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 46) fand, dass beim Menschen dasselbe der Fall ist. Beim Schafe verschwindet später regelmässig der *Santorini*'sche Gang gänzlich. Die normal auftretenden mehrfachen Pankreasanlagen lassen nun auch die gelegentlich in der Darmwand sich findenden

Fig. 1029. Schnitt vom *Pankreas* eines 28jährigen Guillotinirten. *Zenker*'s Flüss. Vergr. 700. *c* Centroacinäre Zellen; *d* Drüsenzellen im Profil mit streifiger Aussenzone; *d'* Drüsenzellen in der Aufsicht (die Körnchen der Innenzone nicht konservirt); *m Membrana propria*; *s* Schaltstück; *sk* Sekretkapillare.

Fig. 1030. Schnitt vom *Pankreas* des Erwachsenen. Alkohol, Hämatox., Eosin. Vergr. 530. *a* Kleiner Ausführungsgang; *av* Alveolengang; *b* Bindegewebe; *s* Schaltstück; *sp* Künstliche Spalte zwischen *Membrana propria* und Drüsenzellen; *v* Vene.

accessorischen Bauchspeicheldrüsen, wie sie von *Klob* (Zeitschr. der Ges. der Wiener Aerzte 1859 Nr. 46), *Zenker* (*Virchow*'s Arch. Bd. 31) und *Gegenbaur* (*Müller*'s Arch. 1863) gesehen wurden, etwas verständlicher erscheinen, obwohl ihr Vorkommen in der Wand des Jejuunms, des Magens, ja sogar in der Nähe der *Valvula Coli* sehr überraschend, und wie *Koelliker* bemerkt, nicht ganz sicher gestellt ist, ob diese Drüsen wirklich ein accessorisches Pankreas waren. In ganz anderer Weise suchte *H. Endres* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 40) das Vorkommen von accessorischen Bauchspeicheldrüsen zu erklären. Nach *Endres* ist die Anlage der Bauchspeicheldrüse typisch eine einheitliche und ein Nebenpankreas entsteht erst sekundär durch Abschnürung in Folge besonderer Wachsthumsvorgänge in den Gefässstämmen. Selbständig in den Darm mündende kleine Pankreasläppchen findet in der Nähe der Mündung des *Santorini*'schen Ganges, *Helly* (l. c.) Bezüglich der von *G. Schwalbe* im Duodenum des Kaninchens beschriebenen Drüschen vom Baue des Pankreas vergleiche das bei den *Brunner*'schen Drüsen Gesagte (§ 247 S. 197). Kleine Drüschen, welche in den pankreatischen Gang einmünden, einen Durchmesser von 130—180 μ haben und wahrscheinlich im Baue mit dem Pankreas übereinstimmen, beschreibt *Koelliker* (mikrosk. Anat. und 5. Aufl. d. H). Nach *Stöhr* münden in den pankreatischen Gang und seine grösseren Aeste kleine Schleimdrüschen. Zahlreiche Schleimdrüsen im Bereiche der Mündung der pankreatischen Gänge beschreibt auch *Helly* (l. c.). Nach eigenen Untersuchungen finde ich diese Drüsen ähnlich wie die Gallengangdrüsen (§ 253) gebaut. Bei der Katze befinden sich, wie bereits *Eberth* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII) beschrieb, in der Wand des pankreatischen Ganges ziemlich zahlreiche glatte Muskelbündel, welche vorzüglich eine longitudinale Richtung einschlagen. Beim Kaninchen und Meerschweinchen führt das Cylinderepithel der Hauptgänge zahlreiche Becherzellen, bei den Raubthieren (Hund und Katze) konnte ich nichts davon sehen; beim Menschen fand *Helly* spärliche Becherzellen im *Wirsung*'schen und im *Santorini*'schen Gange.

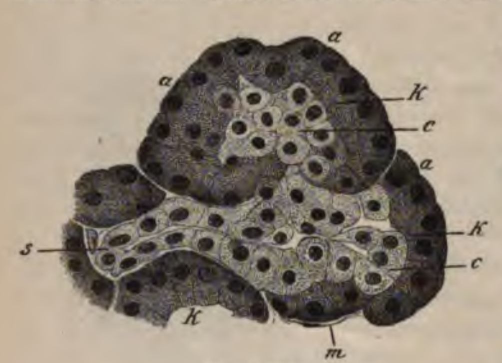


Fig. 1031.

Die centroacinären Zellen sind, wie bereits ihr Entdecker *Langerhans* annahm, in die secernirenden Schläuche hineinreichende Fortsetzungen der Epithelzellen der Schaltstücke und, wie die Drüsenzellen selbst, echte Epithelzellen. Es geht dies insbesondere aus den neueren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von *Laguesse* hervor, durch welche nachgewiesen ist, dass beim Hohlwerden der Alveolen ein stellenweise zweischichtiges Epithel sich bildet, dessen innere, unterbrochene, der Lichtung zugewendete Lage eben die centroacinären Zellen sind. Die sprossenden Alveolen haben beim Schafe anfänglich fast halbkuglige Formen, an deren Konkavität die centroacinären Zellen, wie in einem Hilus liegen, der sich in die Anlagen der Schaltstücke fortsetzt. Durch Einkerbungen werden dann diese halbkugeligen Alveolenanlagen getheilt und es entsteht so an der Eintrittsstelle der Schaltstücke eine büschelartige Theilung der Gänge mit reichlichen centroacinären Zellen, welche gleichsam in die secernirenden Alveolen hineinziehen. Derartige Bilder kommen, wie ich an Präparaten von einem Hingerichteten sehe, auch beim erwachsenen Menschen vor (Fig. 1031) und können zu Verwechslungen mit *Langerhans*'schen Zellenhaufen Anlass geben. Wie weit die centroacinären Zellen in den ausgebildeten Drüsenschläuchen reichen, scheint mir nicht ganz klar. Man kann sie auf Strecken bis zu etwa 60 μ in den Gängen verfolgen. Es ist aber schwer zu sagen wie weit sie in Wirklichkeit reichen. Sicher sieht man nicht an jedem Durchschnitte eines Alveolen-

Fig. 1031. Schnitt vom *Pankreas* eines 28jährigen Guillotinirten. *Zenker*'s Flüss. Vergr. 530. *a* Streifige Aussenzone, *k* Körnige Innenzone der Drüsenzellen; *c* Nester von centroacinären Zellen; *m Membrana propria*; *s* Schaltstück.

ganges eine centroacinäre Zelle, es wäre aber möglich, dass sie nur stellenweise fehlen und zerstreut bis gegen die blinden Enden der Gänge vorkommen. Die platte, ästige Form der centroacinären Zellen berechtigt nicht, sie, wie dies *Renaut* und *Podwyssotski* thun, für Bindegewebszellen zu erklären; noch weniger kann man daran denken, sie, wie *Mouret*, für Wanderzellen zu halten. Bei den Vögeln sollen nach *Pugnat* die centroacinären Zellen gänzlich fehlen.

Die Frage über die Herkunft und die Bedeutung der Nebenkerne der Drüsenzellen des Pankreas ist gegenwärtig eine noch sehr verwirrte und sind darüber die widersprechendsten Ansichten aufgestellt worden. Die im Texte vertretene Auffassung, welche im Wesentlichen mit der von *Eberth* und *Mouret* zusammenfällt, scheint mir am meisten Berechtigung zu haben, und glaube ich, dass auf keinen Fall, wie *Ogata, Nikolaides, Mellissinos* und *Ver Eecke* annehmen, der Nebenkern das ausgewanderte Kernkörperchen ist, trotz der genauen Beschreibungen von *Ogata* und *Ver Eecke*, die auf der willkürlichen Kombination von Bildern an fixirten Präparaten beruhen, deren genetischer zeitlicher Zusammenhang nicht zu erweisen ist.

§ 256.

Von den *Langerhans*'schen Zellenhaufen, den Gefässen und Nerven.

In grösserer oder geringerer Anzahl gewöhnlich im Innern der primären Läppchen, seltener an deren Peripherie finden sich rundliche oder unregelmässige, 0,07—0,3 mm grosse Häufchen von Zellen, welche, obwohl den Drüsenzellen an Grösse nur wenig nachstehend, doch sofort am frischen Präparate sich von



Fig. 1032.

denselben dadurch unterscheiden, dass ihnen die charakteristische körnige Zone der Drüsenzellen fehlt und der ganze Zellkörper ein gleichmässig glänzendes, fast homogenes Aussehen zeigt. Diese Zellenhaufen, von *P. Langerhans* zuerst beschrieben, sind in der Bauchspeicheldrüse des Menschen stets vorhanden,

Fig. 1032. Schnitt vom *Pankreas* eines 20jährigen Selbstmörders. Alkohol. absol. Vergr. 112. *L Langerhans*'sche Zellenhaufen; *a* Ausführungsgang im interlobulären Bindegewebe mehrfach Aeste abgebend; *av* Alveolen mit Drüsenzellen; *v* Vene.

doch in individuell verschiedener Ausbildung, bald reichlich und mit vorherrschend grösseren Dimensionen, bald spärlicher und mit kleinerem Durchmesser. Die neueren Untersuchungen haben dargethan, dass die *Langerhans*'schen Zellenhaufen bei allen Säugethieren, welche darauf untersucht wurden, vorkommen; aber auch bei Vögeln, Reptilien und Amphibien nicht fehlen. Es ist daher nicht zu bezweifeln, dass diese Zellenhaufen ein typischer Bestandtheil der Bauchspeicheldrüse sind, wodurch sich dieselbe in auffälliger Weise von anderen tubulo-acinösen Drüsen unterscheidet. Die *Langerhans*'schen Zellenhaufen sind in der Regel, namentlich beim Menschen, von dem umgebenden secernirenden Parenchym durch eine dünne Bindegewebshülle abgegrenzt und stehen nur durch die in das Innere des Zellenhaufens eindringenden Blutgefässe mit der Umgebung in innigerer Verbindung; bisweilen sieht man aber die Zellen des Haufens an einer Stelle in direktem Kontakt mit benachbarten Drüsenschläuchen, ohne dass eine trennende *Membrana propria* zwischen den Drüsenzellen und den anstossenden Zellen des Haufens zu entdecken wäre. Die Anordnung der Zellen ist eine eigenthümliche und wie ich zuerst beim Frosche bemerkte, mit dem Vorkommen weiter Blutgefässe verbunden, welche ich für venöse hielt (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. VIII. S. 498). Wie *Kühne* und *Lea* zuerst vom Kaninchen beschrieben und abbildeten, sind aber die Haufen von auffallend weiten, kapillaren Blutgefässen versorgt. Diese Blutgefässe sind nun durch die Zellenhaufen so hindurchgesteckt, dass die Zellen dieselben von allen Seiten umgeben, ähnlich wie die Leberzellen die Blutkapillaren der Leberläppchen. In der Regel sitzen die Zellen der *Langerhans*'schen Zellenhaufen der Wand der weiten Blutkapillaren direkt auf, ohne irgend ein dazwischen gelagertes Gewebe, das einer *Membrana propria* oder einer *Adventitia capillaris* entsprechen würde. Nur an einzelnen Stellen sieht man beim Menschen von der bindegewebigen Umhüllung grösserer Zellenhaufen mit den Gefässen Bindegewebe in das Innere eindringen, wodurch dieselben in kleinere Unterabtheilungen zerlegt werden, innerhalb welcher aber die Zellen direkt der Gefässwand anliegen. Am Durchschnitte erscheinen daher die Zellen nach Art eines Netzes angeordnet, dessen Maschen die Blutgefässdurchschnitte darstellen. In der Regel schieben sich zwischen je zwei benachbarte Blutgefässe mehrere Zellenreihen ein; es lässt sich aber sowohl bei Säugethieren (Fig. 1033), namentlich schön aber bei Amphibien (Siredon) beobachten, dass mitunter eine einzige Zellenreihe den Raum zwischen zwei

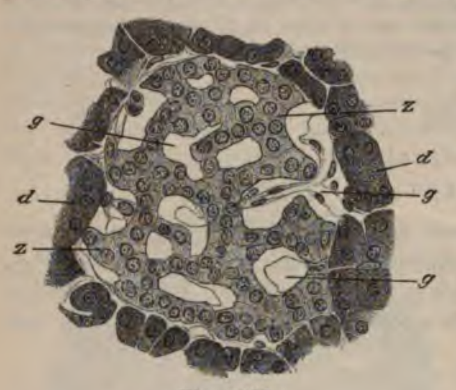


Fig. 1033.

Fig. 1033. Schnitt durch einen *Langerhans*'schen Zellenhaufen von *Macacus rhesus*. *Perenyi*'s Flüss. (Salpeters., Alkohol, Chromsäure), Hämatox., Erythrosin. Vergr. 330. *d* Drüsenzellen der Umgebung; *g* Blutkapillaren, deren Wand sich theilweise von den Zellen abgehoben hat; *g'* Blutkapillaren, deren Wand den Zellensträngen dicht anliegt; *z* Zellenstränge des Haufens.

Blutkapillaren ausfüllt, wodurch eine und dieselbe Zelle an zwei entgegengesetzten Seiten mit Blutgefässen in Berührung tritt. Sekretgänge zwischen den Zellen der Haufen sind nicht zu entdecken.

Was den feineren Bau der Zellen anbelangt, so zeigen dieselben feine Körnchen und an in Sublimat fixirten Präparaten überall ein feinmaschiges oder wabiges Aussehen. Sie färben sich nicht merklich in Eosin und ähnlich wirkenden Farbstoffen, wohl aber in Erythrosin. Die Zellen haben isolirt polygonale Umrisse und einen Durchmesser von 9—12 μ; sind also durchschnittlich kleiner als die Drüsenzellen. Die Kerne sind ellipsoidisch, zeigen ein feines Chromatinnetz und niemals so grosse Kernkörperchen, wie die eigentlichen Drüsenzellen des Pankreas. Bei den Säugethieren und beim Menschen finden sich, ähnlich wie bei den Leberzellen, da und dort vereinzelte, ungewöhnlich grosse Kerne. Von mehr gleichmässiger Grösse sind die Kerne bei den Amphibien. Durch die sorgfältigen Untersuchungen von *Laguesse* über die histogenetische Entwicklung der Bauchspeicheldrüse des Schafes ist nachgewiesen, dass die *Langerhans*'schen Zellenhaufen aus derselben entodermalen Anlage hervorgehen, wie die secernirenden Schläuche. Doch kann man nach dem histologischen Befunde an den ausgebildeten Zellenhaufen dieselben nicht zu dem eigentlich secernirenden Parenchym rechnen, da Sekretwege, trotz gegentheiliger Angaben von *Lewaschew*, in denselben nicht nachzuweisen sind. Die *Langerhans*'schen Zellenhaufen scheinen mir vielmehr einige Aehnlichkeit mit gewissen Blutgefässdrüsen, wie die Nebenniere, der vordere Lappen der Hypophyse u. s. w. zu haben.

Die *Langerhans*'schen Zellenhaufen (intertubuläre Zellenhaufen *Kühne* und *Lea*, Pseudofollikel *Podwyssotski*, *Points folliculaires Renaut*, *Secondary cell groups Harris* und *Gow*, *Ilots de Langerhans Laguesse*) haben sehr verschiedenartige Deutungen gefunden. *Langerhans* selbst vermuthete Beziehungen zum Nervensystem, *Kühne* und *Lea* und noch bestimmter *Renaut*, *Mouret* und *Pugnat* zum Lymphsysteme, *Lewaschew* betrachtet dieselben als durch die Sekretion erschöpfte Gruppen von Drüsenschläuchen, die sich später wieder regeneriren sollen; eine Auffassung die in dieser Form nicht aufrecht zu erhalten ist, seitdem *Laguesse* die Zellenhaufen bereits beim Embryo nachweisen konnte. Doch ist durch die letzteren Untersuchungen ein genetischer Zusammenhang der Zellenhaufen mit der eigentlichen secernirenden Drüse wohl erwiesen, womit aber noch nicht gezeigt ist, dass die Zellenhaufen ein Sekret in die Ausführungsgänge der Drüse abgeben oder jemals abgegeben haben. Ausserdem erscheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass *Lewaschew* die früher erwähnten Anhäufungen von centroacinären Zellen (Fig. 1031) und die *Langerhans*'schen Zellenhaufen als dasselbe betrachtete. *Dogiel* hat mit Hilfe der *Golgi*-Methode niemals Sekretgänge in den Zellenhaufen finden können; ich selbst sehe an Tinktionspräparaten, an welchen z. B. beim Axolotl die Sekretkapillaren der eigentlichen Drüsenschläuche sehr deutlich hervortreten, keine Spur von solchen und konnte beim Frosche (l. c.) bei Injektionen des Pankreasganges dieselben nie injicirt finden. Nimmt man hinzu, dass auch *Kühne* und *Lea* bei ihren zahlreichen Injektionsversuchen beim Kaninchen niemals Masse von den Ausführungsgängen in die Zellenhaufen eindringen sahen, ferner, dass die von *Lewaschew* abgebildeten Injektionspräparate entschieden den Eindruck von Extravasaten machen, so muss man wohl den Gedanken, dass die Zellenhaufen durch Sekretgänge mit den Pankreasschläuchen zusammenhängen, aufgeben. Dagegen hat die Entdeckung von *v. Mering* und *Minkowsky* (in Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmac. Bd. XXXVI), der zufolge die totale Exstirpation des Pankreas beim Hunde schweren Diabetes veranlasst, eine Entdeckung, die seitdem vielfach Bestätigung und Erweiterung erfahren hat, die Frage nahe gelegt, ob nicht etwa die *Langerhans*'schen Zellenhaufen dazu bestimmt sind eine Substanz in das Blut abzugeben, oder aus dem-

selben abzuführen, welche die Zuckerausscheidung verhindert, beziehungsweise, falls sie nicht zerstört oder entfernt wird, veranlasst. Ohne auf diese rein physiologischen Fragen weiter einzugehen, möchte ich nur betonen, dass die Beziehung der Zellen der *Langerhans*'schen Haufen zu den weiten Kapillaren eine sehr auffällige ist. *Harris* und *Gow* haben bei verschiedenen Thieren Unterschiede darin finden wollen, dass bei den einen die Zellen dichte Haufen, bei den anderen ein Netzwerk bilden. Ich finde aber dicht aneinander gedrängte Zellen oder ein Netz bei demselben Thiere, je nachdem die Gefässe klaffen oder kollabirt und zusammengepresst sind. Die weiten Blutkapillaren werden eben bei allen Thieren dicht von den Zellen bedeckt und wenn die Zellen von der Gefässwand sich abheben, bemerkt man, dass nichts zwischen dem Protoplasmakörper und der Gefässwand, die eine einfache Kapillarwand ist, dazwischen liegt. Diese Einrichtung lässt annehmen, dass ein direkter Stoffaustausch zwischen Blut und Zellen des Haufens stattfindet, ganz im Gegensatze zur typischen Drüsenzelle, die stets durch die *Membrana propria* und einen Lymphraum vom Blutgefäss getrennt ist. Eine eigenthümliche Form von *Langerhans*'schen Zellenhaufen beschreibt *Laguesse* bei Schafembryonen, nämlich von Zellen gebildete Hohlkugeln, deren Inneres ganz mit rothen Blutzellen ausgefüllt ist.

Die Vertheilung der Blutgefässe der Bauchspeicheldrüse verhält sich ähnlich, wie in den Mundspeicheldrüsen. Die Kapillaren umziehen in relativ weiten Maschen die Drüsenchläuche und wie *Kühne* und *Lea* betonen, kann man im Pankreas des Kaninchen die kleinsten Randläppchen zum Theil ohne Berührung mit Blutkapillaren sehen. Die eigenthümlich weiten Blutkapillaren, welche knäuelartig angeordnet die *Langerhans*'schen Zellenhaufen durchziehen, wurden zuerst von *Kühne* und *Lea* genauer beschrieben und abgebildet.



Fig. 1034.

Röhrenförmige Lymphgefässe sind, wie in den Speicheldrüsen, nur an der Oberfläche der Läppchen im interlobulären Bindegewebe nachgewiesen (*G.* u. *F. Hoggan*), aus welchen zahlreiche grössere Stämmchen, die den Blutgefässen folgen, hervorgehen. Im Innern der Läppchen finden sich nur Spalträume in dem spärlichen Bindegewebe, welche, wie in den Speicheldrüsen, zwischen die *Membrana propriae* der Schläuche und die Blutkapillaren sich einschieben und zuerst von *Gianuzzi* beschrieben wurden. Die grösstentheils aus marklosen und aus spärlichen markhaltigen Fasern bestehenden Nerven bilden reiche Geflechte um die Gefässe und enthalten zahlreiche kleine Ganglien und auch einzelne Ganglienzellen. Ihre Endigungen wurden in neuerer Zeit vorzüglich von *Ramón y Cajal* und *Claudio Sala*, sowie von *Erik Müller* nach der Methode von *Golgi* studirt. Ausser zahlreichen Enden an den

Fig. 1034. Gefässe des *Pankreas* des Kaninchens. Vergr. 45.

Muskeln der Arterien finden sich periacinöse Geflechte feiner markloser Fasern, welche, wie in den Mundspeicheldrüsen, an die *Membrana propria* der Drüsenschläuche sich anlegen und an der Oberfläche der Zellen mit terminalen Fäserchen enden. Die von *Ramón y Cajal* und *Sala* beschriebenen visceralen Ganglienkörper mit vielen verästelten Ausläufern aber ohne Achsencylinderfortsätze, sind wohl, wie auch *E. Müller* (in Nordiskt. med. Arkiv 1893 Nr. 19) meint, nichts als Korbzellen der *Membrana propria* der Alveolen. Bei der Katze hat zuerst *W. Krause Pacini*'sche Körperchen im Pankreas nachgewiesen. Sie sind leicht zu sehen und finden sich theils interlobular, theils dicht eingeschlossen von Drüsenschläuchen.

Litteratur.

Cl. Bernard, Memoire sur le pancréas, Paris 1856; *P. Langerhans*, Beiträge zur mikroskop. Anat. der Bauchspeicheldrüse, Dissert. Berlin 1869; *Gianuzzi*, in C. R. de l'Acad. des sciences 1869, T. LXVIII; *G. Saviotti* in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. V; *V. v. Ebner*, Ibid. Bd. VIII; *J. Latschenberger* in Sitzb. d. kais. Akad. in Wien, Bd. LXV; *R. Heidenhain*, in Arch. f. d. ges. Phys. Bd. X und in *Hermann*'s Handb. der Phys. Bd. V, I. Theil; *G. Hoggan* and *F. E. Hoggan*, On the Lymphatics of the Pankreas in Journ. of. Anatomy and Physiol. Vol. XV, 1881; *S. W. Lewaschew*, in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXVI; *S. Ramón y Cajal y Claudio Sala*, Terminaçión de los nervios y tubas glandulares del pancreas de los vertebrados, Barcelona 1891; *C. Eberth* und *K. Müller*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LIII, Suppl.; *Er. Müller*, (Nerven) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XL; *Dogiel*, in Arch. f. Anat. u. Physiol. Phys. Abth. 1893; *V. D. Harris and W. J. Gow*, in The Journ. of Physiol. Vol. XV 1893; *Laguesse*, in Compt. rend. hebd. de la soc. de Biol. Ser. IX, T. IV, et V und in Journ. de l'Anatom. et de la Physiol. Année 30 (1894) Année 31 (1895), Année 32 (1896) und in Verh. der anatom. Ges. XI, 1897; *Mouret*, in Compt. rend. de la soc. de Biologie, Ser. IX, T. V (1894) und Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1895; *E. Carlier*, in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XXX; *Ch. Pugnat*, Recherches sur l'histologie du Pancréas des oiseaux in Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Année 33 (1897); *Brachet*, siehe Leber; *Pischinger*, Beitr. zur Kenntniss des Pankreas, Diss. München 1895. Eine sehr sorgfältige, kritische Besprechung der Litteratur über die Struktur und Entwicklung des Pankreas nebst umfassendem Litteraturverzeichniss gab *Laguesse* im Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Année 30 (1894), S. 731, siehe ferner *A. v. Brunn* in Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungsgesch. von *Merkel* u. *Bonnet*, IV. Bd. 1894, S. 87.

VII. Von der Milz.

§ 257.

Die Milz, *Splen s. Lien*, ist eine sogenannte Blutgefässdrüse, die in einer gewissen Beziehung zur Erneuerung des Blutes und wahrscheinlich auch zur Gallenabsonderung steht. Bezüglich auf den Bau besteht dieselbe aus einer fibrösen und serösen Hülle und einem weichen Gewebe, das vorzüglich aus netzförmig verflochtenen festen Balken, den Milzbalken, und einer von denselben umschlossenen rothen Substanz, der Milzpulpe, zusammengesetzt ist. In der letzteren sind ausserdem noch viele besondere, weissliche Lymphknötchen, die Milzkörperchen (*Noduli lymphatici lienales* [*Malpighii*]) enthalten, und in dem ganzen Innern verbreiten sich viele Gefässe und Nerven.

§ 258.
Hüllen und Balkengewebe.

Die Peritonealhülle (*Tunica serosa*) überzieht die ganze. Oberfläche der Milz mit Ausnahme des Hilus, wo sie, die Milzgefässe und Nerven einschliessend, als *Ligamentum gastrolienale* zum Magengrunde sich fortsetzt und des oberen Endes, von dem sie als *Ligamentum phrenicolienale* sich abhebt und hängt beim Menschen, nicht aber bei den Wiederkäuern, so fest mit der Kapsel zusammen, dass sie nur unvollkommen von der letzteren sich trennen lässt.

Die Kapsel (*Tunica albuginea*) umhüllt als eine mässig dünne und halbdurchsichtige, aber doch recht feste Haut die Oberfläche der Milz vollständig und geht am Hilus auch in das Innere, um die Milzgefässe in Form von Scheiden (*Vaginae vasorum*) bis zu den feineren Verästelungen zu begleiten. Die Kapsel besteht beim Menschen aus derben Bindegewebsbündeln und zahlreichen, mittelfeinen, netzartig verbundenen, elastischen Fasern und enthält in der tiefsten Lage auch spärliche Züge dünner Bündel glatter Muskelzellen, die leicht übersehen werden können. Bei manchen Thieren, namentlich beim Hunde, der Katze, dem Schweine und dem Esel finden sich, wie Koelliker (Mikrosk. Anat.) zuerst nachwies, glatte Muskeln in ziemlicher Zahl, während die Milzkapsel anderer Thiere (Rind, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte) nur wenige Muskeln enthält.



Fig. 1035.

Die Milzbalken (*Trabeculae lienis*) sind weisse, glänzende, abgeplattete oder cylindrische Bündel von 0,02—1,5 mm Dicke, die in grosser Zahl von der inneren Fläche der Kapsel und in geringerer auch von der Aussenfläche der Gefässscheiden, mit welchen sie im Baue übereinstimmen, entspringen und vielfach sich theilend oder vereinigend ein das ganze Organ durchsetzendes Gerüstwerk herstellen. Die Lücken, welche dasselbe umschliesst, hängen alle miteinander zusammen und enthalten die rothe Milzsubstanz und die Milzkörperchen. Am besten untersucht man das Verhalten und die Verbindung der Balken an ausgewaschenen, dicken Schnitten. Die Balken, obschon von verschiedenen Durchmessern, verästeln sich nicht nach Art von Gefässen, sondern verbinden sich ganz unregelmässig. Wo vier, fünf oder mehr dieser verschieden dicken Balken sich verbinden, bildet sich gewöhnlich ein abgeplatteter, eckiger Knoten, in der Form einem Nervenganglion ähnlich. Solche Bildungen finden sich häufiger gegen die äussere Oberfläche des Organes, als im Innern und am Hilus, wo die Scheiden der grossen Gefässe den Balken als Ansatzpunkte dienen und eine sternartige Vereinigung mehrerer Balken daher minder häufig ist.

Der Bau der Balken und der Scheiden der grösseren Gefässe der menschlichen Milz entspricht vollständig dem der Kapsel. Sie bestehen aus, in der

Fig. 1035. Querschnitt durch die Mitte der Ochsenmilz, ausgewaschen, um die Milzbalken und ihre Anordnung zu zeigen. Natürliche Grösse.

Längsrichtung der Balken verlaufenden Bindegewebszügen mit eingelagerten Zellen und dichten Netzen elastischer Fasern (Fig. 1036) und spärlichen, aus nur wenigen Zellen bestehenden Bündeln glatter Muskelzellen (Fig. 1037). Bei Thieren finden sich, wie *Koelliker* nachwies, bald in allen Balken (Schwein, Hund, Esel,



Fig. 1036.

Schaf, Kaninchen, Pferd, Igel, Meerschweinchen, Pekari, Fledermaus), bald nur in den kleineren (Rind), längsverlaufende glatte Muskelbündel (Mikrosk. Anat. II. 2. S. 256).

Die Angaben über das Vorkommen der glatten Muskeln in der Milz lauten etwas verschieden. *Koelliker*, der Entdecker der glatten Muskeln der Milz (1846), hatte das Vorkommen derselben in der Kapsel und den Balken beim Menschen in Abrede gestellt, worin ihm *Gerlach*, *Hlasek*, *Ecker*, *Stinstra*, *Henle*, *Gray* und *Stieda* beistimmten, während *Meissner*, *Billroth*, *Frey*, *W. Müller*, *Kultschitzky*, *Kyber* und *H. Hoyer* (in *Schwalbe*'s Morph. Arb. Bd. III) spärliche glatte Muskelzüge in den tiefsten Lagen der Kapsel und in den Balken auffanden. Der Nachweis der allerdings spärlichen glatten Muskelzellen in den Milzbalken des Menschen gelingt mit Hilfe der modernen Fixirungs- und Färbemethoden mit Sicherheit, während freilich ohne diese Hilfsmittel die oft vereinzelnten Muskelzellen schwer sich erkennen lassen, da die Trabekel von reichlichen elastischen Fasernetzen durchsetzt sind und auch längliche Bindegewebszellen mit elliptischen Kernen enthalten.



Fig. 1037.

Fig. 1036. Längsschnitt eines Milzbalkens. *Müller*'s Flüssigkeit, Orcein. Vergrösserung 530. *p p* Angrenzendes Pulpagewebe; *r* Rothe Blutkörperchen; *t t* Milzbalken mit den dunkel gefärbten elastischen Fasern.

Fig. 1037. Querschnitt eines Milzbalkens. *Müller*'s Flüss., Hämatox., Eosin. Vergr. 530. *b* Rothe Blutkörperchen des anliegenden Pulpagewebes; *e* Elastische Fasern als Punkte im Querschnitte; *k* Kerne von Bindegewebszellen; *l* Lymphocyten; *m* Glatte Muskelzellen im Querschnitte; *r* *Reticulum*.

[illegible]

[illegible]

[illegible] Milz bildenden Gewebe [illegible] eine Schilderung des [illegible] Umwandlung des Baues [illegible] mit der Beschrei- [illegible] den beiden Haupt- [illegible] hauptsächlich mit den [illegible] Milzsubstanz oder der Milzpulpa [illegible]

[illegible] der *A. lienalis* [illegible] Zweigen der *A. gastroepi-* [illegible] zeigen nach ihrem Eintritte [illegible] mit den Verästelungen der [illegible] in ihrem Baue mit den [illegible] übereinstimmen. Diese die Gefässe [illegible] ähnlich wie die [illegible] und den Nerven [illegible] Mit zunehmen- [illegible] Venen gemeinsam; es [illegible] der beiderlei Gefässe. [illegible] bis in die feinsten Ver- [illegible] und stellen in den [illegible] aus platten Endothel- [illegible] das umgebende, an [illegible] mit der Milzpulpa [illegible] Die Arterien [illegible] ausschliesslich aus glatten, [illegible] aus, welche durch [illegible] Fasern reiches Gewebe, [illegible] mit dem derbfaserigen [illegible] der Arterien zeigt eine [illegible] dicht verflochtene, [illegible] gemeinsamer Scheide ver- [illegible] Verlaufe und verzweigen [illegible] in Folge wiederholter [illegible] 0,15—0,22 mm (*Koelliker*, [illegible] Bindegewebe, welches [illegible] die Arterie [illegible] Umwandlung [illegible] —0,15 mm Durchmesser [illegible] grösserer Zahl, lagern sich [illegible] weiterhin so aufgelockert [illegible] ein adenoides Gewebe [illegible] Die in den derben [illegible] sind noch eine Strecke weit

in das an Rundzellen reiche Gewebe zu verfolgen, verschwinden aber schliesslich ebenso, wie die derberen Bindegewebsbündel, an deren Stelle nun ein zierliches Netz retikulären Bindegewebes getreten ist, in dessen Maschen die Lymphzellen eingelagert sind. Die eigentliche Adventitia der Arterien, welche — als ein mehr lockeres, aber an elastischen Fasern ebenfalls reiches Bindegewebe — die Muskel-



Fig. 1038.

haut mit der Scheide verbindet, erhält am längsten ihren Charakter; doch erfährt auch sie schliesslich eine Umwandlung in adenoides Gewebe. An den feineren und feinsten Arterien bis zu 20 μ wird nun die Muskelhaut ringsum

Fig. 1038. Arterie und Vene in einem Milzbalken. *Zenker's* Flüssigkeit. Orcein. Vergr. 140. Die elastischen Fasern dunkel. *A* Arterie; *ad* Adventitia; *e* Elastische Innenhaut; *en* Endothel; *m* Media derselben; *V* Vene; *l* Lymphgefäss; *p* Pulpa.

direkt von adenoidem Gewebe so umhüllt,, dass dieses die Stelle der äusseren Gefässhaut vertritt. Die adenoiden Arterienscheiden unterscheiden sich nicht von dem adenoiden Gewebe typischer Lymphknoten und wie bezüglich des letzteren, besteht auch für die Milz die Frage, ob das Reticulum zelliger Natur sei (*Koelliker*), oder ob dasselbe aus Bindegewebsbündelchen feinster Art, welchen platte, ästige Zellen nur aufgelagert sind (die meisten neueren Autoren), oder endlich aus Fäserchen besonderer Art (*Mall*) bestehe. Es sei in dieser Beziehung auf das Kapitel Lymphknoten verwiesen.

Die nun mit Scheiden adenoiden Gewebes umhüllten Arterien zeigen während ihrer weiteren Verzweigung von Stelle zu Stelle, oft in dichter Aufeinanderfolge

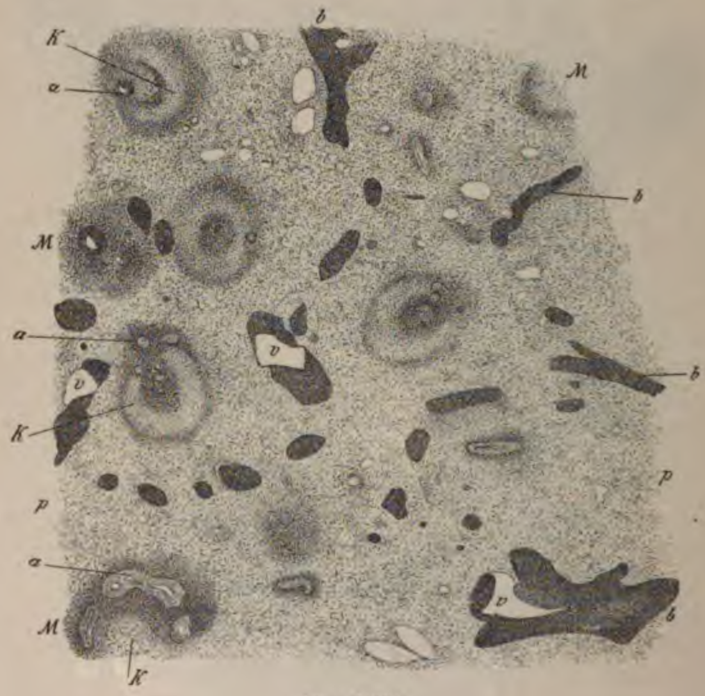


Fig. 1039.

oder in grösseren Abständen, namentlich in der Nähe der Theilungswinkel, auffallende, rundliche oder ellipsoidische Verdickungen des adenoiden Gewebes, welche die Arterien bald rings umgeben, bald mehr einseitige Anschwellungen darstellen und, wie zuerst *Kultschitzky* hervorhebt, auch spärliche elastische Fasern enthalten können. Diese individuell sehr verschieden ausgebildeten Anhangsgebilde der Arterien erscheinen an frischen Milzdurchschnitten als graue Punkte oder Körner in der braunrothen Umgebung und haben einen Durchmesser von

Fig. 1039. Schnitt durch die Milz parallel der Oberfläche vom Hingerichteten. *Müller*'s Flüss. Vergr. 33. *M* *Malpighi*'sche Körperchen mit Arterien (*a*) und Keimcentren (*K*); *b* Milzbalken zum Theil mit in dieselben eindringenden Venen (*v*); *p* Milzpulpe zum Theil mit grösseren Venen, welche als leere Räume dargestellt sind.

0,2—0,7 mm, im Mittel von 0,35 mm und stellen die Milzkörperchen, *Malpighi*schen Körperchen oder Lymphknötchen der Milz (*Noduli lymphatici lienales*) dar. Den Namen Lymphknötchen verdienen die Milzkörperchen wegen der wesentlichen Uebereinstimmung ihres Baues mit den Lymphknötchen an anderen Orten, namentlich mit jenen des Darmes. Wie diese enthalten auch die Lymphknötchen der Milz im voll entwickelten Zustande Keimcentren oder Sekundärknötchen im Sinne *Flemming*'s (*Möbius* in Arch. f. mikr. Anat. 24. Bd.) und auf die An- oder Abwesenheit dieser Keimcentren sind die älteren Angaben über das Vorhandensein oder Fehlen der Milzkörperchen zu beziehen, da ein völliges Schwinden der Verdickungen an den adenoiden Arterienscheiden wohl kaum jemals eintritt. Der für die *Malpighi*'schen Körperchen früher auch gebräuchliche Ausdruck Milzbläschen ist nur dann einigermassen begreiflich, wenn mit demselben die Keimcentren, nicht aber Lymphknötchen ohne solche gemeint sind. Wie in den Tonsillen die Angaben über das Fehlen der „Follikel" nur auf die Keimcentren, nicht aber auf das völlige Fehlen des adenoiden Gewebes zu beziehen sind, ist dasselbe auch bei der Milz der Fall und die Angabe *v. Hessling*'s, der in 960 von ihm untersuchten Fällen nur 115 mal die Milzkörperchen fand, betrifft wohl das Fehlen der Keimcentren. Wie in den Tonsillen und im Darme sind die Keimcentren regelmässig nur bei jugendlichen, gesunden Individuen zu finden, fehlen dagegen häufig bei älteren oder an Krankheiten Verstorbenen. Dass längeres Hungern die Keimcentren bei Thieren zum Verschwinden bringe, ist indessen, wie schon aus alten Beobachtungen *Koelliker*'s und *Ecker*'s hervorgeht, nicht zu konstatiren und ebensowenig, als in anderen Lymphknötchen sind die physiologischen Bedingungen für das Auftreten und das Verschwinden der Keimcentren für die Lymphknötchen der Milz genauer bekannt. *O. van der Stricht* (in Bull. de l'Acad. r. de médecine de Belgique 1897) fand in den Keimcentren der Milzkörperchen an Cholera Verstorbener eine massenhafte chromatolytische Zerstörung von Leukocyten und betrachtet diesen Befund als einen über die Norm hinausgehenden, aber in seinem Wesen normalen Prozess, der auch über die Herkunft der von *Flemming* in den typischen Keimcentren gefundenen tingiblen Körperchen Aufschluss gebe, indem diese als Reste der zu Grunde gehenden Leukocytenkerne anzusehen seien.



Fig. 1040.

Fig. 1040. *Reticulum* der Schafsmilz nach einem Präparate von *Frey*. Vergr. 300. *a Reticulum* der Milzpulpe; *b* Hülle eines *Malpighi*'schen Körperchens, aus einem dichteren Theile des *Reticulum* bestehend; *c c Reticulum* im Innern des *Malpighi*'schen Körperchens, von welch' letzterem nur ein kleiner Theil dargestellt ist; *d d* Kapillaren des Körperchen, injicirt. Die Zeichnung von Herrn Dr. *Eberth*.

Die Zahl der Milzkörperchen ist eine sehr bedeutende, indem sie an den feineren Arterienästen, wie Beeren überall anhängen. Nach *Koelliker*'s Schätzung würde auf je 1—1 1/2 Kubiklinie (circa 5—8 cbmm) Milzsubstanz je ein *Malpighi*'sches Körperchen kommen. Die von *Koelliker* zuerst beschriebenen kapillaren Blutgefässe der Milzkörperchen sind von gewöhnlichem Baue und bilden ein ziemlich reichliches Netz. Die Kapillaren stammen aus Aestchen, welche entweder direkt von der, das Körperchen durchsetzenden Arterie abgegeben werden oder auch von einer anderen Arterie entspringen. Die Kapillaren bilden im Innern der Milzkörperchen keine Venen, sondern münden in die Venen der umgebenden Milzpulpa, gegen welche, wie *Henle* zuerst hervorhob, die *Malpighi*schen Körperchen keineswegs scharf durch eine Membran abgegrenzt sind, sondern mit der sie durch ein etwas dichteres Reticulum der Oberfläche verbunden sind.

Ausser den Milzkörperchen und den adenoiden Scheiden der Arterien wird auch das eigentliche Milzgewebe oder die Milzpulpa mit arteriellen Kapillaren betheiligt. Dies geschieht so, dass theilweise mit Milzknötchen bedeckte Arterienäste von etwa 0,04 mm Durchmesser in kurzen Zwischenräumen unter sich wiederholenden Theilungen in eine grössere Zahl ziemlich gerade verlaufender Zweige sich auflösen, die, wenn man sie durch Auswaschen von der anhängenden Pulpa befreit, eine pinselartige Anordnung zeigen und daher als *Penicilli* (*Ruysch*) bezeichnet werden. Diese Arterien der *Penicilli* zeigen noch eine für ihren auf 30—18 μ herabgehenden Durchmesser auffällig kräftige Muskulatur, besitzen aber nur mehr eine dünne, adenoide Scheide oder entbehren derselben auch ganz und sind dann nur von dem eigentlichen Pulpagewebe umhüllt. Doch zeigen die Enden der feinsten Arterienästchen noch spindelförmige Verdickungen ihrer Scheiden, welche namentlich in der Milz des Schweines und des Igels sehr auffällig sind und den von *Schweigger-Seidel* als „Kapillarhülsen" beschriebenen Bildungen entsprechen. Beim Menschen sind diese Kapillarhülsen nur wenig entwickelt und stellen kaum merkliche Verdickungen der äusseren Gefässhaut dar, während sie bei den genannten Thieren kurze Spindeln darstellen, welche wie ein besonderer Bestandtheil des Milzgewebes erscheinen. Aus diesen noch Muskeln führenden und daher, trotz ihrer engen Lichtung, noch arteriellen Gefässen gehen erst die eigentlichen Kapillaren hervor, die einfach oder mehrfach aus den Arterienenden entspringend und ebensowenig als diese unter einander anastomosirend, nach kurzem Verlaufe in einem Strange der Milzpulpa, in die im nächsten Paragraphen zu beschreibenden kapillaren Milzvenen einmünden. Die arteriellen Endkapillaren der Pulpa sind enge Röhrchen (Fig. 1043 *c*) und bestehen nur aus einem äusserst zarten, homogenen Häutchen, dem innen

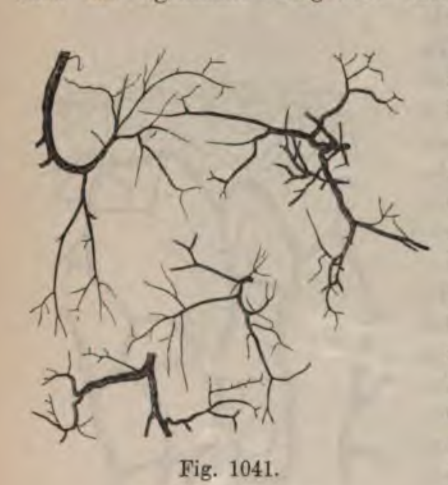


Fig. 1041.

Fig. 1041. Arterienenden der menschlichen Milz. Etwa 25mal vergr.

spindelförmige Endothelzellen anliegen, deren Kerne bis 22 μ Länge erreichen können.

Was man unter einem *Malpighi*'schen oder Milzkörperchen zu verstehen hat, ist leider durch die verschiedenen Auffassungen, welche diese Gebilde erfahren haben, sehr schwankend. Wie oben bemerkt, verstanden die älteren Autoren, welche eine besondere Hülle oder Membran dieser Gebilde annahmen, darunter sicher die Sekundärknötchen im Sinne *Flemming*'s, nämlich Keimcentren mit dem dieselben umgebenden dichten Ringe von Lymphocyten, welche namentlich beim Pferde und bei den Wiederkäuern, wie durch eine Membran, von einem verdichteten Theile des *Reticulums* begrenzt werden. Bei diesen Thieren sind die Milzkörperchen meist ganz kugelige Gebilde, während beim Menschen dies weniger der Fall ist und namentlich die Keimcentren (Fig. 1039) häufig mehr weniger tiefe Einbuchtungen zeigen. Die Nomenklatur der anatomischen Gesellschaft führt *Noduli lymphatici lienales* (*Malpighii*) an und nach Analogie mit den *Noduli lymphatici* des Darmes muss man darunter wohl rundliche Anhäufungen adenoiden Gewebes, gleichgültig ob sie Keimcentren enthalten oder nicht, verstehen. *Stöhr* (Histol. 7. Aufl.) stellt die *Malpighi*'schen Körperchen den Sekundärknötchen gleich und meint damit Gebilde vom Bau der Rindenknötchen eines Lymphknotens. Er bemerkt, sie „enthalten zuweilen sogar Keimcentren". Wenn daher *Bannwarth* allen diesen Bezeichnungen wegen ihrer Unsicherheit aus dem Wege gegangen ist und im Sinne von *Brücke* und *Flemming* von Keimlagern spricht, in welchen Keimcentren auftreten können, so hat dies eine gewisse Berechtigung, obwohl die Ausdrücke Milzkörperchen und Lymphknötchen wohl kaum verschwinden dürften. Man sollte sich aber dahin einigen als Lymphknötchen, wie überhaupt, so auch in der Milz eine rundliche Anhäufung adenoiden Gewebes zu bezeichnen, gleichgültig ob sie ein Keimcentrum enthält oder nicht und die Keimcentren, wo sie vorkommen, speziell hervorheben.



Fig. 1042.

Die Erkenntniss, dass die *Malpighi*'schen Körperchen aus einer eigenthümlichen Umwandlung der Arterienscheiden durch zellige Einlagerungen hervorgehen, wurde 1852 von *Leydig* bei Fischen und von *Remak* bei Säugethieren angebahnt und später durch die Arbeiten von *Billroth*, *Schweigger-Seidel*, *Henle*, *Koelliker*, *Frey* und die umfassenden vergleichend anatomischen Untersuchungen von *W. Müller* ausgebaut und durch alle späteren Untersuchungen bekräftigt. Die adenoide Umwandlung der Arterienscheiden findet sich bei allen untersuchten Wirbelthieren; deutliche *Malpighi*'sche Körperchen kommen aber nur bei den Säugern, Vögeln, Reptilien und, wie *Leydig* fand, bei einigen Fischen vor (Hexanchus, Acipenser). Die von *Billroth* bei Vögeln

Fig. 1042. In Wasser ausgeschüttelter dicker Schnitt einer frischen Milz. Vergr. 112. *a* Arterie; *p* pinselartig verzweigte Aestchen noch von Lymphzellen umhüllt; *r* Fäserchen des *Reticulum*'s, dessen Lymphzellen entfernt sind.

und von *Schweigger-Seidel* beim Schweine entdeckten und so benannten „Kapillarhülsen", welche beim Menschen nur wenig deutlich sind, haben verschiedenartige Deutungen erfahren. *W. Müller* sieht sie als eigenthümliche Nervenendapparate an. Ich halte sie, wie *Koelliker*, für adenoide spindelförmige Verdickungen der Scheiden kleinster Arterien. Sehr ausführlich spricht *Bannwarth* über diese Bildungen, welche er an menschlichen Embryonen vom vierten Monate beobachtete, dagegen beim siebenmonatlichen Embryo und beim Neugebornen bereits vermisste. Er betrachtet die Kapillarhülsen, wie sein Lehrer *Strasser*, als Wachsthumsknospen für die Pulpa, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll, da es sich um, zum Theile unbewiesene Voraussetzungen über das Gefässsystem der Milz handelt. Der Name „Kapillarhülse" ist insoferne nicht ganz gerechtfertigt als die spindelartige Verdickung der Gefässscheide nicht eine Kapillare, sondern ein zwar sehr enges, aber noch mit glatten Muskelzellen umgebenes Gefäss umhüllt, aus welchem dann allerdings sofort ein wirkliches Kapillarrohr hervorgeht. Die Kapillarhülse umfasst also ein Arterienende. So sehe ich wenigstens das Verhältniss an der Milz des Igels, aber auch beim Menschen finde ich die Arterienenden in den Pulpasträngen, die in muskellose, wirkliche Kapillaren übergehen, noch von einer, allerdings nur wenig auffälligen vom eigentlichen Pulpagewebe etwas verschiedenen zelligen Scheide umhüllt (Fig. 1043*a*).

§ 260.

Milzvenen und rothe Milzsubstanz (Pulpa).

Bereits in dem vorhergehenden Paragraph wurde des eigenthümlichen Verhaltens der gröberen Milzvenen innerhalb der Balken gedacht, welchen, ausser einem Endothel keine selbständigen Wandungen zukommen. Dieses Verhältniss bleibt auch an den Venen bestehen, wenn die Arterien von denselben sich getrennt haben. Ebensowenig als an den Arterien, lassen sich an den Milzvenen Anastomosen nachweisen. Schon während die Venen noch mit den Arterien gemeinsam verlaufen, sieht man dieselben zahlreiche weite Aeste direkt in die Milzpulpa abgeben, welche äusserst dünnwandige, von Endothel ausgekleidete Röhren der rothen Milzsubstanz darstellen und an frisch aufgeschlitzten grösseren Venen wie Lücken oder Spalten in der Venenwand erscheinen, durch welche die Milzpulpa sichtbar ist, oder auch in die Vene bruchartig sich eindrängt (*Stigmata Malpighii*). Diese aus den Balkenvenen in die Pulpa führenden Löcher sind

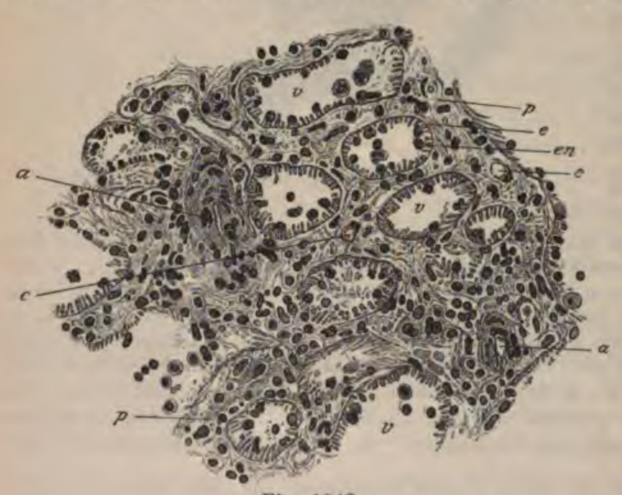


Fig. 1043.

Fig. 1043. Schnitt durch eine blutleere Milz. Sublim., Hämatox., Eosin. Vergr. 325. *a* Arterien, *c* arterielle Kapillaren in den Strängen; *e* Elastisches Grenzhäutchen; *en* Endothel (punktirt, im Längsschnitt gestreift); *p* Pulpastränge; *v* Kapillare Venen.

besonders an den aufgeschlitzten grossen Venen der Milz des Rindes leicht zu sehen, sind aber auch in der Milz des Menschen an mittleren Venen sehr zahlreich und in ihrer wahren Bedeutung an Durchschnitten zu erkennen (Fig. 1039 *v*). Die in den Balken befindlichen Venen nehmen mit fortschreitender Verästelung an Lichtung mehr und mehr ab und nachdem sie während ihres Verlaufes überall seitlich die erwähnten dünnwandigen Aeste in die Pulpa abgegeben haben, tritt endlich auch der letzte Venenast in die Pulpa über und die faserige Scheide setzt sich in einen soliden Milzbalken fort. Die in die Pulpa tretenden Venen verästeln sich innerhalb derselben sehr rasch und gehen schliesslich in ein Netz von kapillaren Venen (*Billroth*) über, welche verhältnissmässig weit sind (67—90—110 μ *Billroth*, 11—27 μ *Frey*, 20—40 μ *Koelliker*, 12 bis 30 μ nach eigenen Messungen) und wenn mit Blut erfüllt, bei weitem mehr Raum einnehmen, als die Stränge des eigentlichen Milzgewebes, welches die Zwischenräume zwischen den Venen überall ausfüllt. Nicht bei allen Thieren bilden die Pulpavenen Netze, wie beim Menschen; beim Rinde und Schafe verzweigen sich, wie *Billroth* nachgewiesen hat, *Basler*, *W. Müller*, *Wedl* und neuerlich *H. Hoyer* bestätigt haben, die Pulpavenen baumartig, ohne Anastomosen zu bilden. Aehnlich verhalten sich auch die Milzvenen beim Pferde und beim Schweine, während beim Hunde, bei der Ratte, Maus und beim Kaninchen (*Billroth*), ferner beim Meerschweinchen, Eichhörnchen und Murmelthiere (*Frey*) sich kapillare Venennetze wie beim Menschen finden. Die Wandung der Venen wird beim Uebertritte der Balkenvenen in die Pulpa zunächst noch von einer sehr dünnen Hülle von Bindegewebsfäserchen und elastischen Netzen gebildet; sehr bald aber tritt an Stelle derselben ein äusserst feines Häutchen, in welchem ein zierliches, cirkulär zur Vene verlaufendes, elastisches Fasernetz eingelagert ist. Diese Wand findet sich an allen kapillaren Venen. Die elastischen Fasernetze, von *Henle* (Anat. II. Bd. 1866) zuerst gesehen, werden gewöhnlich und so auch von dem letzten Untersucher *Kultschitzky* dem Reticulum zugerechnet; es sind aber wohl elastische Fasern, da sie *Henle* mit



Fig. 1044.

Fig 1044. Schnitt durch die Pulpa. Anämische Milz. Sublim. Vergr. 530. *E* Endothel der kapillaren Milzvenen (*v*) im Querschnitte; *E'* Endothelzellen im Längsschnitte; *Ke* Kerne von Endothelzellen; *p* Pulpazellen im *Reticulum*.

verdünnter Kalilauge sichtbar machte und dieselben sich im Gegensatze zu dem Reticulumfäserchen in Orcein färben (Fig. 1047). Dieser von elastischen Fäserchen verstärkten, unmessbar feinen Venenhaut sitzt ein Endothel von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit auf. Dasselbe besteht aus abgeplatteten, beiderseits zugespitzten Zellen von 20—60 μ Länge, welche eine streifige Struktur zeigen, die wie Querschnitte fixirter und mit Eosin gefärbter Präparate ergeben, von längslaufenden, ziemlich dicken Fibrillen herrührt (Fig. 1044). Die Zellen zeigen ferner die Eigenthümlichkeit, dass ihre Kerne gegen das Venenlumen stark vorspringen und von kurz elliptischer oder rundlicher Gestalt sind. Nicht an ganz frischen Milzen, dagegen mit Leichtigkeit an Milzen in beginnender Fäulniss lassen sich die Zellen isoliren und zeigen dann häufig halbmondförmige oder kahnförmige Formen, an deren Konkavität der vorspringende, oft wie in einem Fortsatze liegende Kern sitzt (Fig. 1045). Die spitz auslaufenden Fortsätze der Zelle zeigen häufig wellige Biegungen oder knotige Verdickungen, wie man sie ähnlich an isolirten glatten Muskelzellen beobachtet. Dies und die deutlich fibrilläre Struktur legt die Vermuthung nahe, dass die Endothelzellen der Pulpavenen kontraktile Elemente sind, eine Vermuthung, die *Koelliker* (s. Mikr. Anat. II, 2. S. 257) bereits zu einer Zeit aufstellte, als die Herkunft dieser Zellen noch unklar war, dieselbe aber wieder aufgab, nachdem sich gezeigt hatte, dass es sich um die Epithel- bezw. Endothelzellen der Venen handle. Doch scheint mir dies kein Grund zu sein, die Kontraktionsmöglichkeit für diese Zellen von vornherein in Abrede zu stellen, um so weniger, als Bewegungen von Endothelzellen in den Kapillaren der Nickhaut des Frosches schon vor 30 Jahren durch *S. Stricker* und *Golubew* nach elektrischer Reizung beobachtet wurden. Die Endothelzellen der grösseren Milzvenen zeigen das gewöhnliche Verhalten der zelligen Auskleidung von Gefässen.



Fig. 1045

Die sonderbaren Endothelzellen der Milzvenen waren zuerst von *Günsburg* als Epithelzellen der Milzvenen vermuthet worden; doch dauerte es lange, ehe sie sicher als solche an Schnitten erkannt wurden. In neuerer Zeit suchte *Malinin* (in *Virchow's* Arch. Bd. 115) nachzuweisen, dass die ganzen Pulpastränge aus solchen Faserzellen bestehen, was offenbar nicht richtig ist. *Laguesse* (in Bull. d. sciences nat. 1892) glaubt, dass die Zellen ringförmig um die Venen liegen und wie die Ringe in den Gefässen der Pflanzen übereinander geordnet seien. An guten Schnitten lässt sich jedoch leicht feststellen, dass die langen, zugespitzten Ausläufer der Zellen in der Längsrichtung der Venen verlaufen. Die Beschreibung von *Laguesse* passt vielmehr auf die elastischen Fasernetze, welche den Endothelzellen nach aussen anliegen. Die Längsstreifung der Endothelzellen der kapillaren Venen, welche am Querschnitte wie eine zierliche Strichelung erscheint, haben zuerst *Böhm* und *v. Davidoff* (Lehrb. d. Histol. I. Aufl. 1895, Fig. 92) dargestellt, sie waren aber über diesen Befund so überrascht, dass sie besondere Kanäle der Pulpa vor sich zu haben meinten. *Whiting* (in Transact. of the R. Soc. of Edinburgh Vol. XXXVIII, II, S. 289) beschreibt diese auffallenden Endothelzellen ohne Weiteres als glatte Muskelzellen.

Fig. 1045. Endothelzellen der kapillaren Milzvenen. Frisch in 5%iger Kochsalzlösung isolirt. Vergr. 500. *a* Von der Fläche, *b* im Profil mit vorragendem Kerne.

Der am meisten umstrittene Punkt der Milzstruktur ist die Art der Verbindung der arteriellen Kapillaren mit den kapillaren Venen. Diese Frage wurde, wie ich glaube, bereits von *Billroth* vor nahezu 40 Jahren in der Hauptsache richtig beantwortet, nämlich dahin, dass die arteriellen Kapillaren direkt in die Venen einmünden. Doch hat, namentlich durch die Untersuchungen *Stieda's* und *W. Müller's* die Ansicht, dass die arteriellen Kapillaren frei in den Pulpasträngen auslaufen und nun das Blut durch das *Reticulum* der Pulpa zwischen den Bälkchen desselben und den in den Maschen liegenden Zellen hindurchsickere, um dann durch Lücken zwischen den Endothelzellen in das Innere der Pulpavenen zu gelangen, viele Anhänger gefunden.

Frey, Henle, Peremeschko, W. Krause, Klein u. A. und in neuerer Zeit insbesondere *H. Hoyer, Bannwarth, Laguesse* und theilweise auch *Kultschitzky* traten für diese Annahme ein, während *Schweigger-Seidel, Koelliker, Basler, Tomsa, Kyber, Wedl, Krah, Toldt, G. Retzius* und in neuerer Zeit insbesondere *Thoma* und seine Schüler *Sokoloff, S. Golz* und *Wicklein* die geschlossene Blutbahn vertheidigten. Die Anhänger der offenen Blutbahn können sich vor Allem auf die Thatsache berufen, dass man in den Pulpasträngen rothe Blutkörperchen in grösserer oder geringerer Zahl nachweisen kann. Indessen ist dies an und für sich kein Beweis, dass diese rothen Blutzellen nur durch den normalen Blutstrom dorthin gelangt sein können, um so weniger, als auch nach vorausgehender Unterbindung der Milzvenen am lebenden Thiere die rothen Blutkörperchen keineswegs immer in so grosser Zahl in den Pulpasträngen liegen, wie man es erwarten müsste, wenn die Pulpa wirklich regelmässig von Blut durchströmt würde, wie schon *Koelliker* und *Basler* feststellten und *Thoma* neuerdings bestätigt. Zweitens berufen sich die Anhänger der offenen Blutbahn auf die Injektionsresultate. Bei Injektion der Venen bei etwas stärkerem Drucke erhält man stets einen Uebertritt der Masse in die Pulpastränge und keine Füllung der Arterien; bei Injektion der Arterien in der Regel Uebertritt der Masse in die Pulpastränge und dann erst Füllung der Venen. Allein diese Injektion der Pulpastränge muss als Extravasat betrachtet werden, das ja bei der ausserordentlichen Weichheit des Pulpagewebes und den zarten Wandungen der arteriellen und venösen Kapillaren und der starken Muskulatur der feinsten Arterien, die sich im Tode zusammenziehen, leicht entstehen kann.

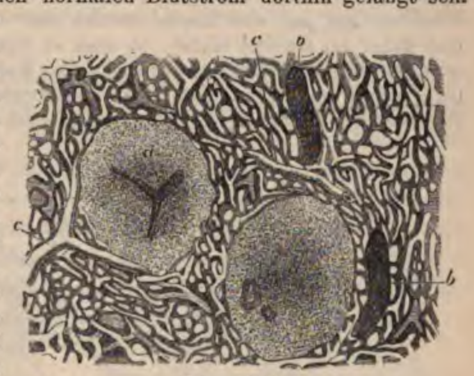


Fig. 1046.

Die gelungenen Injektionen von *Koelliker* (5. Aufl. S. 462), *Wedl, G. Retzius* und *Thoma*, bei welchen eine reine Füllung der Venen von den Arterien aus ohne Uebertritt der Masse in die Pulpastränge sich zeigte, sind den zahlreichen Injektionen gegenüber, in welchen dies nicht gelang, von entscheidender Beweiskraft und lassen keinen Zweifel, dass es sich bei Injektion der Pulpastränge nur um Extravasate handeln kann. Damit fällt aber auch der von *W. Müller, H. Hoyer, Bannwarth* u. A. versuchte und als erbracht hingestellte Nachweis, dass die Wandungen der arteriellen Kapillaren in den Pulpasträngen sich auffasern und in die Bälkchen des *Reticulums*, nach Verlust der geschlossenen Lichtung, sich fortsetzen. Dass man leicht Bilder erhalten kann, die etwas derartiges vortäuschen, gebe ich gerne zu, dass man aber an Schnitten mit Sicherheit die Entscheidung soll treffen können, ob ein Kapillarrohr von der Feinheit, wie es z. B. in Fig. 1043c im Querschnitt sich darstellt, schräg abgeschnitten ist oder wirklich in der Pulpa sich auflöst, muss ich entschieden bestreiten. Ist der Schnitt

Fig. 1046. Ein Schnittchen von einer in Chromsäure und Alkohol erhärteten Milz. Vergr. 38. Nach einem Präparate von *Billroth*. *aa Malpighi*'sche Körperchen, eines mit einer gabelförmig getheilten Arterie im Innern, das andere mit zwei querdurchschnittenen solchen Gefässen; *bb* Milzbalken; *c* Arterie. Das Uebrige sind kapillare Venen, *Billroth* (die hellen Räume) und Balken von Milzgewebe dazwischen (die dunklen Stränge).

dick, so ist es unmöglich ein so feines Rohr in der Tiefe mit Sicherheit zu verfolgen und ist der Schnitt von grosser Feinheit, so liegt die Kapillare selbst in der Schnittebene und damit ist die Beurtheilung unmöglich, ob ihr anscheinendes Ende ein natürliches oder ein künstliches — abgeschnittenes — ist. Ueber diesen Punkt lehren die feinsten gefärbten Schnitte der heutigen Mikrotom-Technik nicht mehr, als die Freihandschnitte, wie man sie vor 40 Jahren von Chromsäurepräparaten anfertigte. Den Uebergang der arteriellen Kapillaren in die kapillaren Venen an Schnitten nicht injicirter Milzen festzustellen, ist in der That nicht leicht und ist vor allem eine tadellose Fixirung einer ganz frischen Milz, am besten in Sublimat, Voraussetzung. Ist die Milz nicht ganz frisch oder in ungeeigneten Flüssigkeiten, namentlich in Alkohol, erhärtet, so treten die Venenwände nicht scharf hervor und entsteht leicht der Eindruck, als ständen die Spalten zwischen den Elementen der Pulpa überall mit den kapillaren Venen in Verbindung. Aber selbst wenn arterielle und venöse Kapillaren deutlich zu sehen sind, ist doch die Feststellung der direkten Verbindung sehr schwer. Auf Hunderte von Stellen, welche die arteriellen Kapillaren schräg abgeschnitten in den Pulpasträngen leicht erkennen lassen und der Deutung *Stieda's*, *W. Müller's* u. s. w. günstig zu sein scheinen, findet man kaum Eine, welche die Mündung einer Kapillare in eine Vene zeigt. Diese Stellen haben aber überdies wenig Charakteristisches, da man die arterielle Kapillare nur auf eine kurze Strecke und ohne Zusammenhang mit der Arterie sieht und daher im Zweifel bleibt, ob man es nur mit einem seitlichen Aste der Vene oder wirklich mit der Mündung der arteriellen Kapillare zu thun hat. Die Befunde *Thoma's* (in Verh. d. anat. Ges. 1895 S. 45) an extravasatfrei, von den Arterien aus injicirten Hundemilzen lassen es leicht begreiflich erscheinen, dass an nicht injicirten Milzen dieser Uebergang der Arterien in die Venen so schwer zu sehen ist. Nach *Thoma's* Erfahrungen sind es die, in der Regel stark kontrahirten, zahlreichen Arterienenden in den Pulpasträngen, welche die Injektion der Venen verhindern. Nur an, durch Erwärmung, Atropin oder auch bei Einbringung der Kanüle in die Bauchaorta des lebenden Thieres, erschlafften Milzen gelingt nach *Thoma* die reine Injektion ohne Extravasat und an solchen sieht man, dass von den Arterienenden, welche erweitert erscheinen, zwei bis drei als Zwischenstücke bezeichnete Röhren in die Venen übergehen. Diese Zwischenstücke entsprechen offenbar dem, was man bisher als arterielle Kapillaren bezeichnete; *Thoma* rechnet sie bereits dem Venengebiete zu, da sie mit demselben in weit offener Verbindung stehen. Diese sogen. Zwischenstücke müssen, wie ich glaube, an nicht injicirten Milzen, wenn abgeschnitten als wenig charakteristische und seitlichen Ausbuchtungen von Venen ähnliche Rohrstücke erscheinen und da dieselben sicherlich niemals in ganz



Fig. 1047.

Fig. 1047. Schnitt durch die Milzpulpa vom Hingerichteten. Pikrinsublimat. Orcein. Vergr. 325. *cv* Kapillare Venen von einem Häutchen ausgekleidet, das durch dunkel gefärbte elastische Ringfäserchen verstärkt ist; *p* Pulpastränge (die Elemente der letzteren und das Venenendothel nicht dargestellt).

geraden Linien verlaufen, ist es kaum möglich an dünnen Schnitten den direkten Zusammenhang von Arterien und Venen zu erkennen, und könnten höchstens sehr glücklich ausgeführte Serienschnitte durch Rekonstruktion diesen Zusammenhang ergeben.

Die wandungslosen Blutbahnen der Milz wurden früher auch als ein physiologisches Postulat hingestellt, da ohne diese Annahme der Uebertritt von Zellen der Pulpa in die Blutbahn und umgekehrt nicht zu begreifen wäre. Nachdem jedoch das Durchwandern farbloser und rother Blutzellen (Diapedesis) durch zweifellos geschlossene Blut- und Lymphgefässwände eine feststehende Thatsache ist, kann dieses Argument nicht mehr ins Gewicht fallen.

Der Bau der kapillaren Venen der Milz zeigt übrigens besondere Eigenthümlichkeiten. Ein zierliches Netz elastischer Fäserchen, welche in einfacher Lage die Endothelzellen umgeben und ringförmig um die Längsachse der Gefässe verlaufen, sind abgesehen von den Endothelzellen, wie es scheint, die ganze Gefässwand. Ich sehe jedoch an Orceinpräparaten mit Sicherheit, dass zwischen den elastischen Fäserchen nicht offene Lücken sind, sondern dass dieselben durch ein äusserst feines strukturloses Häutchen ausgefüllt sind, in welchem die ringförmig verlaufenden Fäserchen gleichsam nur Verdickungen darstellen. Dass derartige feine Häutchen kein Hinderniss für das Durchtreten von Wanderzellen u. s. w. sind, beweisen, abgesehen von anderen Blutgefässen, die Grenzhäutchen von Schleimhäuten, insbesondere jene der Darmzotten, worüber § 243 S. 177 u. ff. nachzusehen ist.

Die rothe Milzsubstanz oder das Pulpagewebe im engeren Sinne, die eigenliche Milzsubstanz (*Billroth*) besitzt eine netz- oder strangförmige Anordnung, indem sie alle Zwischenräume zwischen den Pulpavenen in ähnlicher Weise ausfüllt, wie die Leberzellenbalken die Zwischenräume zwischen den Blutkapillaren der Leberläppchen. Wie das adenoide Gewebe bestehen die Pulpastränge aus einem Reticulum (*Billroth*) und darin eingelagerten Zellen. Das Reticulum ist ungemein zart und besteht, wie ausgepinselte oder ausgeschüttelte Schnitte lehren (Fig. 1048), aus ästigen, kernhaltigen Zellen mit flügelartigen Fortsätzen und darin eingelagerten, in verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden und netzartig sich aneinander legenden Fäserchen, die ein sehr enges Maschenwerk herstellen, das gegen die angrenzenden Venen sich noch verdichtet und dort an die bereits erwähnten, hauptsächlich ringförmig um die Venen verlaufenden elastischen Fäserchen angrenzt. Wie Orceinpräparate lehren, entbehrt das eigentliche Reticulum der Pulpa, abgesehen von den Venenwänden der elastischen Fasern, während in dem Reticulum der *Malpighi*'schen Körperchen und der adenoiden Arterienscheiden, solche da und dort, wenn auch spärlich, sich finden. Wie bezüglich des Reticulums der Lymphknoten ist auch hier die Natur der Fäserchen Gegenstand der Kontroverse, doch ist jedenfalls sicher, dass ästige Zellen einen Antheil bilden. *Carlier* (in Journ. of Anat. Physiol. Vol. XXIX) erklärt das Netzwerk der Pulpa bestimmt für Bindegewebsfasern, welchen die Zellen nur anliegen. *Oppel* (in Anat. Anz. VI. S. 169), welcher die Fäserchen

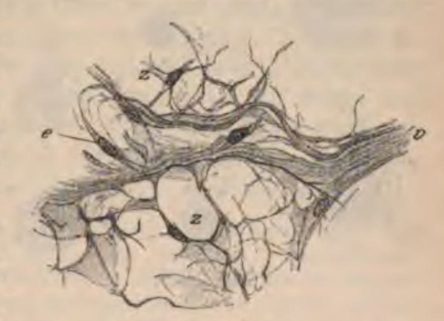


Fig. 1048.

Fig. 1048. *Reticulum* der Pulpa durch Ausschütteln eines Schnittes einer blutleeren Milz dargestellt. 70% Alkohol, Hämatox., Kongo. Vergr. 530. *v* Wand einer kapillaren Vene mit *e* Endothelzellen; *z* Zellen des *Reticulums*.

des Reticulums an Schnitten mittelst einer besonderen Silbermethode darstellte, bezeichnet dieselben mit dem indifferenten Namen Gitterfasern. An der Oberfläche der adenoiden Arterienscheiden und der Milzkörperchen hängt das Reticulum des adenoiden Gewebes mit jenem der Pulpastränge zusammen.

Eingelagert in die Maschen des Pulpareticulum finden sich mannigfaltige Elemente und zwar 1. einkernige kleine Lymphzellen (Lymphocyten) besonders im Bereiche der früher erwähnten Arterienenden. 2. Einkernige (uninucleäre), polymorphkernige und multinucleäre Leukocyten. 3. Kernhaltige rothe Blutzellen. 4. Ausgebildete rothe Blutzellen. 5. Grosse Zellen mit rothen Blutzellen oder gelbbraunen bis dunkelbraunen Pigmentschollen oder Körnern im Innern (Phagocyten). 6. Freie Pigmentschollen und Körner. 7. Riesenzellen mit sprossenden Kernen (Megakaryocyten, bisher nur bei jungen Thieren regelmässig beobachtet). 8. Eigenthümliche kugelige, ellipsoidische oder auch scheibenförmige, farblose, 1—3 μ grosse Gebilde, welche den Blutplättchen (siehe Kapitel Blut) ähnlich sind.

Die kleinen, einkernigen Lymphocyten, welche die Hauptmasse des adenoiden Gewebes bilden, sind in den Pulpasträngen zwar überall vorhanden, doch stets in geringer Zahl zwischen den anderen Elementen, mit Ausnahme der Arterienscheiden, in welchen sich auch in den Pulpasträngen diese Elemente in ziemlicher Menge nach aussen von den Muskeln finden. Im Allgemeinen zahlreicher sind die eigentlichen grossen Leukocyten, welche im Bereiche der adenoiden Substanz nur in den Keimcentren häufig sind. Die grossen Leukocyten sind theils uninucleäre, theils multinucleäre oder polymorphkernige und neben meist fein granulirten Formen finden sich auch vereinzelt Körnerzellen, welche sich in Eosin lebhaft färben (eosinophile Zellen). Letztere finde ich in der Milz eines Hingerichteten in etwas grösserer Zahl in der Umgebung der adenoiden Arterienscheiden, doch in der eigentlichen Pulpa, seltener im adenoiden Gewebe selbst. Zu den Leukocyten müssen auch die sogen. blutkörperchenhaltigen Zellen und die Körner oder Schollen von gelbbraunem oder braunem bis schwarzem Pigment enthaltenden Zellen (Phagocyten), welche oft eine bedeutende Grösse erreichen, gezählt werden. Sie finden sich zerstreut, bald mehr, bald weniger häufig in den Pulpasträngen. Dieselben Elemente, welche den Inhalt von Phagocyten bilden, finden sich auch frei in der Pulpa. Rothe Blutzellen liegen bald vereinzelt, bald in Gruppen vereint im Reticulum, ebenso Pigmentschollen und



Fig. 1049.

Fig. 1049. Freie Zellen aus der Milz eines jungen Meerschweinchens. Strichpräparat trocken. Hämatox., Eosin. Vergr. 700. *A* Blutkörperchenhaltige Zelle, *b* rothe Blutkörperchen, *k* Kern; *B* Leukocyt mit polymorphem Kerne; *C* Zelle mit Pigmentkörnern; *D* Lymphocyt; *E* Megakaryocyt; *F* Kernhaltige rothe Blutzellen; *G* Rothes Blutkörperchen; *H* Multinucleärer Leukocyt; *J* Eosinophile Körnchenzelle.

Körnchen verschiedener Grösse, bald in klumpigen Aggregaten, bald als einzelne Körner von meist rundlichen oder auch eckigen Formen. Riesenzellen und kernhaltige rothe Blutzellen finden sich in der Milz des Erwachsenen in der Regel nicht, wohl aber Zellen, welche weder in den Formenkreis der Leukocyten, noch in jenen der Erythrocyten sich mit Sicherheit einreihen lassen. Es sind dies Zellen von 10—15 μ Durchmesser, welche ein äusserst feinkörniges, fast homogenes Protoplasma besitzen, das sich im Vergleiche zu jenem der Leukocyten durch seine stärkere Färbbarkeit in Eosin auszeichnet und den rundlichen, seltener schwach eingeschnürten, doch niemals gelappten, chromatinarmen, oft mit deutlichen Kernkörperchen versehenen, 4—5 μ grossen Kern ziemlich reichlich umhüllt. Die Kerne gleichen in Sublimatpräparaten am meisten jenen der Zellen des Reticulums, doch lässt sich deutlich an gut gefärbten Schnitten erkennen, dass es sich um frei im Reticulum liegende rundliche Elemente handelt. Ferner kommen Riesenzellen von 10—45 μ vor, mit grossem, gelapptem Kerne, der sich oft wie ein Haufen dicht gedrängter Kerne darstellt. Sie finden sich auch im Knochenmarke und in der embryonalen Leber und werden zum Unterschiede von den vielkernigen Riesenzellen als Megakaryocyten bezeichnet. Wie *Koelliker* zuerst fand (dieses Handb. III. Aufl. S. 461), kommen sie in der Milz bei Embryonen und jungen Thieren vor; von ausgewachsenen Thieren sind sie besonders beim Igel und bei der Maus beobachtet. Ein wenigstens bei jungen Thieren regelmässiger und sehr auffälliger Bestandtheil sind kleine, rundliche, ellipsoidische oder etwas abgeplattete farblose Körnchen von 1—3 μ Durchmesser, welche man beim Zerzupfen eines Pulpapartikelchens von der Milz eines jungen Meerschweinchens oder Kaninchens in ungeheuerer Zahl beobachet. Die Körnchen sind den Blutplättchen sehr ähnlich, jedoch weniger vergänglich, halten sich längere Zeit in Kochsalzlösung, haben aber eine Neigung, Klumpen zu bilden und zackige Formen anzunehmen. Sie sind sicherlich keine Fetttröpfchen, erhalten sich in Osmiumsäure, in welcher sie sich etwas bräunlich färben und liegen, wie es scheint, frei in den Maschen des Reticulums. Ob sie mit den Blutplättchen, von welchen erst in dem Kapitel Blut eingehender die Rede sein kann, eine genetische Beziehung haben, wage ich nicht zu entscheiden.

Von den Elementen der Milzpulpa sind die blutkörperchenhaltigen Zellen und Pigmentzellen in der Mitte dieses Jahrhunderts Gegenstand vielfacher Untersuchungen und verschiedenartiger Deutungen gewesen. *Koelliker* und *Ecker* haben übereinstimmend die verschiedenen Formen dieser Elemente beschrieben und kamen zu dem heute feststehenden Schlusse, dass es sich um Zellen handle, in welchen rothe Blutkörperchen zu Grunde gehen, bezw. in Pigment sich umwandeln, während *Gerlach*, *Schaffner* und *O. Funke* glaubten, es handle sich um eine Neubildung von rothen Blutzellen und *Remak* sogar die Existenz der blutkörperchenhaltigen Zellen in Abrede stellte. Wie die blutkörperchenhaltigen Zellen entstehen, blieb lange unklar. *Virchow* äusserte zuerst die Vermuthung, dass die rothen Blutkörperchen in bereits vorhandene Zellen hinein gelangen, *Preyer* nahm bestimmt an, dass farblose, amöboide Zellen der Pulpa die rothen Blutzellen in sich aufnehmen und *Kusnezoff* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien Bd. 67) sah direkt amöboide Zellen der Pulpa rothe Blutkörperchen verzehren. Immerhin blieb fraglich, ob die mannigfachen Formen von Pigment und Pigmentschollen, welche man als Inhalt von amöboiden Zellen und ausserhalb derselben in der Milz findet, alle als sekundäre Umwandlungsprodukte von dort zu Grunde gehenden rothen Blutkörperchen zu betrachten seien. In dieser Frage haben neuere Untersuchungen von *J. Latschenberger* (Sitzber. d. k. Akad. in Wien Bd. 105, Abth. 3, S. 81) ergeben, dass, wie schon ältere Beobachtungen von *H. Nasse*, *G. Zimmermann* und *Virchow*

zeigten, im strömenden Blute Pigmentkörnchen, Pigmentschollen und farblose Schollen ein normales Vorkommen sind, welches durch das Zugrundegehen rother und auch weisser Blutkörperchen bedingt ist. Im Blute werden die rothen Blutkörperchen in Folge einer physiologischen Altersveränderung in schollige und körnige Pigmente umgewandelt und zwar einerseits in ein dunkles bis schwarzes, eisenhaltiges (Haemosiderin *Neumann*) und in ein gelbbraunes, eisenfreies (Choleglobin). Die Leukocyten gehen im Blute ebenfalls theilweise zu Grunde und bilden dann farblose sogenannte „Faserstoffschollen“ (*H. Nasse*). *Latschenberger* stellt nun auf Grund dieser von ihm festgestellten Thatsachen die Ansicht auf, dass das Pigment der Milz keineswegs an Ort und Stelle aus rothen Blutkörperchen entsteht, sondern aus dem strömenden Blute in der Milz, ebenso wie im Knochenmarke gleichsam abfiltrirt wird. Die Aufnahme veränderter Blutkörperchen und von Pigment in amöboide Phagocyten der Milz wäre demgemäss ein sekundärer Vorgang nach einem vorausgehenden Zerfalle von Blutkörperchen im strömenden Blute, der den Veränderungen ganz analog ist, welchen die Blutkörperchen in Extravasaten unterliegen. Diese Vorstellung lässt sich mit der Thatsache, dass der Gehalt der Milzpulpa an rothen Blutkörperchen und an Pigment ein individuell sehr verschiedener ist, in gute Uebereinstimmung bringen; allerdings erscheint der direkte Beweis, dass in der Milz selbst kein Pigment entsteht, nicht erbracht. Immerhin scheinen die Versuche *Wicklein*'s (in *Virchow*'s Arch. Bd. 124), welche ergaben, dass die Menge des Pigmentes in der Milz des Hundes keine Vermehrung erfährt nach ausgiebigen, durch venöse Stauungen erzeugten Blutungen in das Milzgewebe, in diesem Sinne zu sprechen, obwohl *Wicklein* selbst daraus eher zu schliessen geneigt ist, dass das Milzpigment nicht hämatogenen Ursprunges ist. Mag man übrigens der Schlussfolgerung *Latschenberger*'s über die Entstehung der blutkörperchenhaltigen Zellen und der pigmenthaltigen Zellen der Milz beistimmen oder nicht, jedenfalls steht so viel fest, dass es sich um einen Vorgang handelt, bei welchem rothe Blutkörperchen zerstört werden, indem aus ihnen Pigmente hervorgehen. Mit der Zerstörung bezw. Ablagerung der Reste der rothen Blutkörperchen in der Milz hängt wohl auch der relativ hohe Eisengehalt der Pulpa zusammen. Viel weniger sicher gestellt als die Thatsache, dass in der Milz Untergangsformen von rothen Blutkörperchen sich finden, ist die Rolle der Milz als blutbildendes Organ.

Koelliker stellte zuerst (dieses Handb. III. Aufl. S. 461) fest, dass in der Milzpulpa von neugebornen und jungen saugenden Thieren „kleine, kernhaltige, gelbliche Zellen von einer solchen Färbung, dass sie oft von Blutzellen kaum mehr unterschieden werden können und unbedingt für sich entwickelnde Blutzellen zu halten sind“ vorkommen. Es sind dies dieselben Elemente, wie sie später von *E. Neumann* und *G. Bizzozero* auch im Knochenmarke gefunden wurden.

Die Thatsache, dass bei jungen Thieren in der Milz kernhaltige rothe Blutzellen ganz von demselben Aussehen wie jene des Knochenmarkes vorkommen, ist zweifellos. Für junge Thiere wird insbesondere auch von *Bizzozero* das Vorkommen kernhaltiger rother Blutzellen bestätigt. Dagegen ist es nur ein ausnahmsweiser Befund, dass bei ausgewachsenen Thieren (Ratte, Meerschweinchen, Schwein, Hund) kernhaltige rothe Blutzellen in der Milz vorkommen. *E. Neumann* (in Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 3, 1881) spricht der Milz jede wesentliche Bedeutung für die Neubildung von rothen Blutkörperchen ab und sein Schüler *M. Freyer* (Ueber die Betheiligung der Milz etc., Diss., Königsberg 1872) kommt zu dem Schlusse, dass auch die bei jungen Thieren vorkommenden kernhaltigen rothen Blutzellen der Milz nicht dort entstanden, sondern durch den Blutstrom aus dem Knochenmarke eingeschwemmt seien. Dem gegenüber wies *Foa* (in Arch. ital. de biolog. T. I) mitotische Theilung kernhaltiger rother Blutzellen nach und schon früher hatten *Bizzozero* und *Salvioli* (in Centralbl. f. d. med. Wiss. 1879 S. 273) gefunden, dass bei Hunden und Meerschweinchen nach starken Blutentziehungen in wenigen Tagen reichlich kernhaltige rothe Blutzellen in der Milz auftreten, ohne dass solche im cirkulirenden Blute sich nachweisen lassen. Zugegeben, dass das rothe Knochenmark als das hauptsächlichste Organ für die Neubildung rother Blutzellen bei erwachsenen Säugethieren gelten muss, so ist doch auch die Milz, namentlich nach vorausgehenden Blutverlusten, an der Bildung rother Blutzellen betheiligt. *Pellacani* (in Spallanzani Rivista d. scienz. med. etc. Fasc. III, Anno IX, Ser. 2,

Modena 1880) fand auch beim erwachsenen Menschen in einigen Fällen kernhaltige rothe Blutzellen in der Milz.

Eine besondere physiologische Bedeutung wurde der Milz für die Bildung des Hämoglobins zugeschrieben und *A. Schwartz* (Ueber Wechselbeziehung von Hämoglobin und Protoplasma etc. aus dem physiol. Inst. zu Dorpat, Jena 1888) theilt sehr merkwürdige Versuche mit, welchen zufolge die isolirten Zellen der Milzpulpa Hämoglobinlösungen nach einiger Zeit entfärben, dann aber das Hämoglobin wiederherstellen und nach einer Reihe von Tagen mehr Hämoglobin bilden als ursprünglich vorhanden war. Wenn auch farblose Blutzellen Aehnliches bewirken, so ist dies doch in weit geringerem Grade der Fall als bei Verwendung von Pulpazellen; es ist aber nicht klar, auf welche Elemente die Hämoglobin bildende Wirkung des Breies von Pulpazellen zu beziehen ist. Trotz dieser Versuche mit todten Zellen ist eine wesentliche Bedeutung der Milz für die Hämoglobinbildung beim Menschen zweifelhaft. *N. Tschistowitsch* (in Centralbl. f. med. Wiss. 1894 S. 260 u. 273) konnte bei einer Frau, welcher vor zwei Jahren die Milz exstirpirt worden war, weder eine Verminderung der Zahl der rothen Blutkörperchen, noch eine Anomalie des Hämoglobingehaltes finden. Dagegen hatten *Malassez* und *Picard* bei Hunden, welchen die Milz exstirpirt worden war, den Hämoglobingehalt der Blutkörperchen, deren Zahl nur vorübergehend sich verminderte, für längere Zeit herabgesetzt gefunden und sie schlossen daraus auf eine von der Bildung der rothen Blutkörperchen unabhängige, hämoglobinbildende Thätigkeit der Milz. Aehnliche Erfahrungen theilte *Winogradow* (in Centralbl. f. d. med. Wiss. 1882 S. 900) mit.

Bizzozero und *Torre* (in Centralbl. f. med. Wiss. 1882 S. 577) fassen ihre Erfahrungen über die Bildung der rothen Blutkörperchen bei erwachsenen Thieren dahin zusammen, dass normaler Weise nur bei den Fischen und urodelen Amphibien die Milz das Hauptorgan ist, in welchem rothe Blutkörperchen sich entwickeln, während bei den ungeschwänzten Batrachiern, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren in erster Linie das Knochenmark in Betracht kommt.

Ueber die Bedeutung der Riesenzellen mit sprossenden Kernen, welche sich nicht nur in der Milz, sondern auch in anderen blutbildenden Organen finden, herrschen verschiedene Meinungen, auf welche erst bei der Besprechung der Entwicklung der rothen Blutkörperchen eingegangen werden kann. Doch möchte ich mich schon hier gegen die Annahme *Whiting's* (in Transact. R. Soc. Edinburgh Vol. 38, 1896) aussprechen, dass die Riesenzellen Bildungsstätten der Erythroblasten seien.

So schwierig es ist, die Rolle genau zu umschreiben, welche die Milz bei der Bildung und Rückbildung der rothen Blutzellen spielt, so zweifellos ist es, dass die Milz zahlreiche farblose Elemente dem Blute zuführt. *Koelliker* und *Funke* haben schon vor 50 Jahren den ausserordentlichen Reichthum des Milzvenenblutes an farblosen Zellen festgestellt. Da die Milzknötchen direkt an die Venengeflechte der Milzpulpa anstossen, können aus denselben, ebenso wie aus den Pulpasträngen, zellige Elemente hineingelangen. Die kapillaren Venen verhalten sich in der Milz zu dem Parenchym in einer analogen Weise, wie in den Lymphknoten die Lymphgefässe zu dem adenoiden Gewebe.

Lymphgefässe besitzt die menschliche Milz verhältnissmässig sehr wenige. Die oberflächlichen derselben verlaufen spärlich zwischen den zwei Hüllen, sind jedoch, ausser in ganz gesunden Milzen und in der Nähe des Hilus kaum zu erkennen. Die tiefen Gefässe finden sich im Hilus, von wo aus sie ebenfalls nur wenige an Zahl und von geringem Durchmesser, die Arterien begleiten, jedoch noch nicht bis zu ihren Anfängen sich verfolgen lassen. Am Hilus kommen beiderlei Gefässe zusammen, gehen durch einige kleine, hier befindliche Drüsen und vereinen sich schliesslich in einen Stamm, der am 11. oder 12. Wirbel in den *Ductus thoracicus* mündet. An kranken Milzen sieht man von den oberflächlichen Lymphgefässen meist keine Spur.

In Betreff der Lymphgefässe der Säugethiere ist schon lange bekannt, dass alle Abtheilungen, bei denen der Peritonealüberzug des Organes ein reichliches subseröses Bindegewebe besitzt, wie vor allem die Wiederkäuer und Einhufer, auch

sehr zahlreiche oberflächliche Lymphgefässe besitzen, während dieselben bei den andern Familien ebenso spärlich sind wie beim Menschen, ja vielleicht z. Th. selbst ganz fehlen. Von den tiefen Lymphgefässen hat *Koelliker* schon vor Jahren gezeigt (Art. Spleen in Cycl. of Anat.), dass dieselben überall spärlich sind und z. B. bei einer Kalbsmilz nur vier Stämmchen von einem Gesammtdurchmesser von 0,38 mm gefunden. Ueber das Verhalten der Lymphgefässe im Innern des Organes ist leicht zu sehen, 1. dass die *Vasa profunda* mit den Arterien verlaufen und 2. dass die *Vasa superficialia* einzelne Ausläufer in das Innere abgeben (*Koelliker*, *Teichmann*, *Tomsa*), dagegen sind die feineren Verhältnisse noch sehr wenig erkannt und besitzen wir nur einzelne auf Beobachtungen gestützte Angaben. So fand *Teichmann*, dass die von der Oberfläche ins Innere dringenden Lymphgefässe einfach am *Hilus* herauskommen, ohne aus dem Gewebe des Organes Seitenzweige aufzunehmen. Auf der andern Seite glaubt *Tomsa* Vermuthungen von *Schweigger-Seidel* und *Axel Key*, denen zufolge auch das Milzgewebe mit solchen Gefässen in Verbindung stehe, durch seine Erfahrungen stützen zu können. Den Injektionen dieses Forschers zufolge besitzt die Milz des Pferdes nicht nur in den Trabekeln und Arterienscheiden Lymphräume, die mit den oberflächlichen und tiefen Lymphgefässen zusammenhängen, sondern es gehen von diesen Räumen auch Fortsetzungen in die Pulpa über. Diese Lymphwege der Pulpa bilden ein zartes Netzwerk wandungsloser Gänge, welche das eigentliche intervaskuläre Milzgewebe durchzieht, doch wird aus *Tomsa*'s Beschreibung nicht klar, ob er sich dieselben als bleibende oder beständig wechselnde denkt, und könnte man eher auf letzteres schliessen, da er wörtlich sagt, dass die betreffenden Gefässe Gänge darstellen, die in dem Milzgewebe durch lose gewordene und ausgeführte Lymphkörper sich gebildet haben und noch ununterbrochen bilden. Seine Abbildung (Fig. 9) zeigt ein Netz, das an die intermediären Blutbahnen von *W. Müller* erinnert, aber doch bedeutend weitmaschiger ist und dessen Verhältnisse zu den nicht dargestellten Venen und Kapillaren nicht zu erkennen sind.

In Betreff dieser Angaben von *Tomsa* ist zu bemerken, dass die verhältnissmässig geringe Menge der *Vasa lymphatica profunda* der Milz gegen seine Annahme von dem Vorkommen reichlicher Lymphbahnen im eigentlichen Milzgewebe spricht. *Koelliker* hat bei Injektionen der oberflächlichen Lymphgefässe der Kalbsmilz durch Einstich, die, wenn gut gefüllt, ein die ganze Milz überziehendes, sehr dichtes Netz bilden, nie Lymphgefässe im Milzgewebe zu füllen vermocht. Dagegen erscheint es wahrscheinlich, dass, wie *Bannwarth* wenigstens für die Spitzmaus feststellen konnte, die Lymphgefässe in den Arterienscheiden bis an die *Malpighi*'schen Körperchen gelangen, und dieselben an ihrer Oberfläche vielleicht ebenso mit Lymphkapillaren umspinnen, wie dies bei den Lymphknötchen des Darmes der Fall ist, sowie zweitens, dass alle Geschöpfe mit entwickelteren Balken auch in diesen solche Gefässe besitzen. Ferner ist klar, dass alle diejenigen, die, wie *W. Müller* und *Frey*, intermediäre Blutbahnen im Milzgewebe annehmen, gegen die Annahme von Lymphbahnen in demselben Gewebe sich aussprechen müssen, wie dies in der That auch *Frey* gethan hat. — Zu Gunsten von *Tomsa*'s Aufstellung können dagegen angeführt werden, erstens, dass die Lymphe der Milz, wie seit *Hewson* schon viele Beobachter wahrgenommen haben, besonders in den *Vasa profunda*, bei gewissen Geschöpfen, vor allem beim Pferde und den Wiederkäuern, oft röthlich gefärbt erscheint, welche Farbe, wie *Ecker* und *Koelliker* gezeigt haben, von echten rothen Blutzellen herrührt, und zweitens, dass, wie *Koelliker* nachwies (Würzb. Verh. VII), die tiefen Lymphgefässe der Milz viel mehr Zellen führen als die *Vasa superficialia*. Es sind jedoch auch diese Thatsachen nicht beweisend, indem bei dem eigenthümlich zarten Gewebe der Milz die Möglichkeit vorliegt, dass in Folge von Zerreissungen Bestandtheile der Blutgefässe in das Milzgewebe und die Elemente dieses in die Lymphbahnen gelangen.

Bei dem jetzigen Stande der Dinge lässt sich in physiologischer Beziehung über die Milz etwa Folgendes sagen: 1. Ist es klar, dass das Milzgewebe und der Inhalt der *Malpighi*'schen Körperchen der Sitz chemischer Umsetzungen ist, welche den bisherigen Untersuchungen zufolge sehr erhebliche sind und einen bedeutenden Einfluss auf die Zusammensetzung des Milzblutes haben müssen.

2. Ist es nachgewiesen, dass in der Milzpulpa junger Thiere rothe Blutzellen sich bilden (*Koelliker*), sowie dass das Venenblut der Milz erwachsener Geschöpfe eine

ungemein grosse Menge farbloser Zellen führt (*Koelliker, Funke*), ein Verhältniss, das bei Hypertrophien in ganz aussergewöhnlichem Grade auftritt (*Virchow*). Der Herd für diese Zellenbildung ist das Milzgewebe selbst. Da wegen der eigenthümlichen Beschaffenheit der Wände der kapillaren Venen ein Uebertritt der Elemente des Milzgewebes in diese möglich ist, so tritt das Milzgewebe in eine ähnliche Beziehung zum Blute, wie das rothe Knochenmark oder wie das Gewebe der Rindenknötchen und Stränge der Lymphdrüsen zur Lymphe, und würde die Milz zugleich als eine Art Lymphdrüse erscheinen. Ausserdem können bei der grossen Durchlässigkeit der kapillaren Milzvenen auch umgekehrt Elemente aus dem Blute (rothe Blutkörperchen, Pigment u. s. w.) in das Pulpagewebe gelangen. Dass die Zusammenziehungen der verschiedenen muskulösen Elemente des Organes und die Zustände des Blutdruckes auf die Wechselwirkungen zwischen dem Blute und dem Milzgewebe von Einfluss sein müssen, ist klar, braucht jedoch hier nicht weiter auseinandergesetzt zu werden.

§ 261.

Nerven.

Die aus spärlichen markhaltigen und mässig viel *Remak*'schen Fasern bestehenden Nerven der Milz kommen aus dem die Milzarterie mit zwei oder drei Stämmen umstrickenden Milzgeflechte und setzen sich im Innern des Organes je mit einem oder zwei hie und da sich verbindenden Aesten auf die Arterien fort. Beim Schafe und Ochsen sind diese Milznerven von mächtiger Stärke, so dass sie alle zusammen an Dicke der leeren und zusammengezogenen Milzarterie gleichkommen, welche Stärke auf Rechnung ungemeiner Mengen sogenannter *Remak*'scher Fasern zu setzen ist, welche nach *Koelliker*'s Erfahrungen nichts als Bündel ganz feiner, markloser Nervenfasern (Achsencylinder) sind (siehe Bd. I. S. 30). Bei Thieren kann man die Nerven, die durchaus ohne Ganglien sind, mit dem Messer weit in die Milz hinein verfolgen, weiter als beim Menschen, und mit Hilfe des Mikroskopes konnte *Koelliker* dieselben häufig auch an den die *M.*-Körperchen tragenden Arterien noch nachweisen. Beim Kalbe messen die Nerven an Arterien von 2 mm 54—60 μ, an den *Penicilli arteriarum* 10—12 μ, mitten in der Pulpa 6—9 μ. In Stämmchen von 26—60 μ sah *Koelliker* hier noch eine einzige dunkelrandige Nervenfaser, während alles andere aus den eben erwähnten Bündeln feinster blasser Nervenfasern bestand, die in den feineren Fäden allein vorhanden waren. — In den Stämmen der Milznerven des Kalbes fand *Koelliker* schon vor ihrem Eintritte in die Milz und innerhalb derselben zahlreiche gabelförmige Theilungen der dunkelrandigen, zum Theil gröberen, zum Theil feineren Primitivröhren.

Die Endigung der Milznerven wurde erst in neuerer Zeit von *G. Retzius* (in Biol. Unters. N. F. III. 1892), *Fusari* (in Monitore zool. ital. Anno 3. 1892) und *Koelliker* (in Sitzber. d. Würzburger phys.-med. Ges. 1893) mit Hilfe der *Golgi*-Methode theilweise aufgedeckt. Die Arterien werden von reichlichen Geflechten umhüllt, welche die Muskeln der mittleren Gefässhaut bis in die feinsten Verästelungen der Arterien mit Nervenendbäumchen versorgen. Zweitens erhalten die Milzbalken, welche ebenfalls glatte Muskeln führen, ziemlich zahlreiche Nervenenden und in der Milz des Rindes und des Kaninchens sind nach *Koelliker* auch die mikroskopisch feinen Muskelbälkchen der Milzpulpa von Nervenenden versorgt. Dass indessen nicht alle Nervenendigungen

der Milz motorische sein können, wird durch die Schmerzempfindungen erwiesen, welche schnell eintretende Schwellungen des Organes hervorrufen. Doch würde zur Erklärung dieser Thatsache auch die Annahme genügen, dass sensible Nerven in der Milzkapsel und im Peritonealüberzuge sich verbreiten und wäre die Voraussetzung sensibler Nerven der Milzpulpa keine unbedingt nothwendige. Immerhin ist die von *Koelliker* hervorgehobene Thatsache auffällig, dass in den Milznerven einzelne markhaltige Fasern vorkommen, welche, wie *Koelliker* vermuthet, sensibler Natur sind und auf welche er die Nervenenden bezieht, die in der Pulpa ohne Beziehung zu Arterien und Muskelbündeln sind. Nun hat aber *A. S. Dogiel* (in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 52. S. 62) zunächst an den Aesten der Kranzarterien des Herzens in der Adventitia sensible Endplatten entdeckt, welche von markhaltigen Nervenfasern versorgt werden und nachdem er dasselbe Verhalten auch an anderen Arterien (Zwerchfell, Gallenblase, Nierenkapsel) auffand, zweifelt er nicht, dass alle Arterien sensible Nervenenden von markhaltigen Nervenfasern erhalten. Die Nervenendigungen in der Milz sind bisher nur an *Golgi*-Präparaten untersucht, an welchen die markhaltigen Nervenfasern nicht verfolgt werden können. Es liegt aber mit Beziehung auf die erwähnten Befunde *Dogiel's* die Vermuthung nahe, dass die markhaltigen Nervenfasern der Milz mit sensiblen Endapparaten der Arterien zusammenhängen. Die Endigung der in die Pulpa eindringenden und in derselben sich verlierenden Nerven ist an *Golgi*-Präparaten nicht sicher zu verfolgen, da wohl die schwarz gefärbten Nervenbäumchen, nicht aber die Gewebeelemente der Pulpa



Fig. 1050.

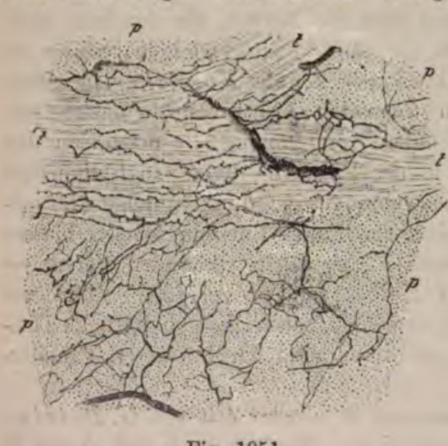


Fig. 1051.

Fig. 1050. Milzarterie vom Ochsen. *Golgi*-Präparat v. *Koelliker*. Vergr. 140. *a* Adventitia; *m* Muskelfasern der Media; *n* Nervenplexus in der Adventitia, z. Th. mit Zweigen, die bis an die Media gelangen.

Fig. 1051. Schnitt durch die Milz des Ochsen. *Golgi*-Präparat. Vergr. 140. *p p* Pulpa; *t t* Trabekeln. Die Nerven schwarz imprägnirt. Präparat v. *Koelliker*.

genau unterschieden werden können und daher nicht festzustellen ist, an welche Theile des Pulpagewebes die Terminalfäserchen sich anlegen. Wäre die früher aufgestellte Vermuthung richtig, dass die Endothelzellen der kapillaren Milzvenen kontraktile Gebilde sind, so müsste wohl die eigentliche Milzpulpa überall motorische Nervenenden enthalten, welche wie jene der Gefässe mit marklosen Nervenfasern in Zusammenhang stehen.

W. Müller glaubte an den Milznerven des Ochsen „Zellen vom Ansehen gewöhnlicher Ganglienzellen" gefunden zu haben. *Koelliker* und *Billroth* hatten vergeblich nach Ganglienzellen gesucht und auch nach *W. Müller* hat nur *Fusari* an *Golgi*-Präparaten spärliche polygonale Zellen mit 4—5 Ausläufern gefunden, welche er für Ganglienzellen hält. *Retzius* bemühte sich (l. c.) erfolglos, Ganglienzellen in der Milz nachzuweisen. Ich konnte an den Milznerven des Ochsen weder in den dickeren Nervenbündeln noch an den Theilungsstellen derselben Ganglienzellen auffinden. Dass *W. Müller* vermuthungsweise die „Kapillarhülsen" als nervöse Terminalorgane hinstellte, wurde bereits erwähnt; sie sind indessen nur verdickte Stellen der Adventitia von kleinen Arterien, welche in Bezug auf ihre Nervenversorgung nichts Auffälliges zeigen.

Für die Untersuchung der Milz ist vor allem die Erhärtung des Organes zu empfehlen, welche *Führer* zuerst mit Liq. ferri sesquichlorati und *Billroth* viel zweckmässiger mit Chromsäure und mit Alkohol durchführte. Gegenwärtig ist wohl Sublimat in seinen verschiedenen Kombinationen zur Fixirung am meisten zu empfehlen.

Die grössten Schwierigkeiten bereiten die Injektionen der Blutgefässe, die nach den gewöhnlichen Methoden (Leim mit Berlinerblau, Karmin, Chromblei etc.) meistens nicht ohne Extravasate gelingen. *Thoma* und *S. Golz* empfehlen besonders eine Injektionsmasse, welche durch vorsichtiges Vermischen gleicher Volumina einer filtrirten, wässerigen 0,3 %igen Lösung von reinem indigschwefelsaurem Natron mit filtrirter 4 %igen Kochsalzlösung hergestellt und bei Blutwärme in die Bauchaorta des eben getödteten Thieres (Hund) mit konstantem Druck von 12—16 cm Quecksilber injicirt wird. *Hoyer* empfiehlt zur Injektion Berlinerblau in ätherischen Oelen suspendirt; *Krah* 2 % Emplastrum Litharygri simplex in Petroleum gelöst und nachträgliche Behandlung der Schnitte des in Alkohol konservirten Organes mit Schwefelwasserstoffwasser.

Litteratur der Milz. Ausser den im Texte bereits citirten Schriften: *M. Malpighi,* De liene, in Exercit. de visc. struct. London 1669; *J. Müller,* in *Müller*'s Arch. 1834; *T. C. H. Giesker,* Splenologie, I, Zürich 1835; *Schwager-Bardeleben,* Observationes micr. de gland. ductu excretorio carentium structura, Berol. 1841; *Th. v. Hessling,* Untersuchungen über die weissen Körperchen der menschlichen Milz, Regensburg 1842; *A. Koelliker,* in Mitth. d. Zürich. nat. Ges. 1847, S. 120; in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I, S. 261 u. Bd. II, S. 115; Würzb. Verh. Bd. IV, S. 58; Art. „Spleen" in *Todd*'s Cyclopaedia of anatomy, Juni 1849; *A. Ecker,* in Zeitschr. f. rat. Med. IV, 1847; Art. „Blutgefässdrüsen" in *R. Wagner*'s Handw. d. Phys. IV. 1, 1849, und Icones phys. Tab. VI; *J. Landis,* Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz, Zürich 1847; *Gerlach,* in Zeitschr. f. rat. Med. VII, 1848; Gewebelehre S. 218; *R. Sanders,* On the structure of the Spleen, in *Goodsir*'s Annals of Anat. I, 1850; *O. Funke,* De sanguine venae lienalis, Lips. 1851; *Leydig,* in Beitr. zur Anatom. d. Rochen 1852, S. 60, und Unters. über Fische u. Amphib. 1853, S. 20 u. 46; *Sanders,* in Monthl. Journ. 1852, March.; *Vl. Hlasek,* Disquis. de struct. lienis. Dorpat 1852; *H. Gray,* Structure and Use of the Spleen, A. Cooper prize essay, London 1854; *Fr. Führer,* Ueber die Milz und eine Besonderheit ihres Kapillarsystems, in Arch. f. phys. Heilkunde, 1854, S. 149, und 1856, S. 105; *Stinstra,* De funct. lienis., Diss., Groning. 1854; *Huxley,* Struct. of the Malpigh. bodies of the Spleen, im Mikr. Journ. II, p. 74; *Koelliker,* in Würzb. Verh. Bd. VII; *Billroth,* in *Müller*'s Arch. 1857, S. 104; ferner in *Virchow*'s Arch. XX., S. 410 u. 528, XXIII. S. 457, und Zeitschr. f. wiss. Zool. XI, S. 325; *A. Sasse,* De milt., besch. in hare structuur en hare phys.

betrekking., Amst. 1855; *Schönfeld*, Diss. phys. de funct. lienis, Gron. 1855; *E. Crisp*, A treatise on the struct. and use of the Spleen, London 1857; *Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII, 1859, S. 224; *L. Fick*, in Arch. f. Anat., I, S. 8; *Kowalewsky*, Ueber die Epithelialzellen der Milzvenen, in *Virchow's* Arch. XII, 221; Ueber die *Malp.* Körper, ebendas. XX, 203; *Grohe*, in *Virchow's* Arch. XX, 325; *A. Key*, in *Virchow's* Arch. XXI, 568; *F. Schweigger-Seidel*, Disquis. de liene, Halis 1861, in *Virchow's* Arch. XXIII, S. 526 und XXVII, S. 460; *L. Stieda*, in *Virchow's* Arch. XXIV, S. 540; *A. Timm*, De lienis avium structura, Diss. inaug., Kiel 1862, u. Zeitschr. f. rat. Med. XIX; *W. Basler*, in Würzb. med. Zeitschr. IV, S. 220; *W. Tomsa*, in Wien. Sitzber. Bd. XLVIII, 2. Abth. 1863; *W. Müller*, Ueber den feineren Bau der Milz, Leipzig 1865; *Kyber*, Ueber die Milz etc., in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 6; *Wedl*, Zur Anatomie der Milz, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien Bd. 64; *C. Krah*, Der Blutkreislauf in der Milz etc., Diss., Würzburg 1877; *Moebius*, Zellvermehrung in der Milz des Erwachsenen, in Arch. f. mikr. Anat., Bd. 24; *Heilbrunn*, Ein Beitrag zur Hist. der Milz. Diss., Kiel 1890; *Laguesse*, in Anat. Anz. 1891, und Bull. des scienc. nat. 1892, ferner Bibliographie anat. 1897; *Bannwarth*, Unters. über die Milz, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 38; *H. Hoyer*, Ueber den Bau der Milz, in *Schwalbe's* Morph. Arb. III. Bd. (enthält auch ein ausführliches Litteraturverzeichniss); *Kultschitzky*, Zur Frage über den Bau der Milz, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. 46; *F. P. Mall*, The Lobule of the Spleen in The Johns Hopkins Hospital Bulletin Nr. 90—91, 1898; *V. v. Ebner*, Ueber die Wand der kapillaren Milzvenen in Anat. Anz. 15. Bd. — Bezüglich der Litteratur über die Milz als blutbildendes Organ sei insbesondere verwiesen auf *A. Oppel*, Unsere Kenntniss von der Entstehung der Blutkörperchen, in Centralbl. f. Pathol. u. Pathol. Anat. Bd. III, 1892 und auf *A. J. Whiting*, On the comparative Histology and Physiologie of the Spleen in Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XXXVIII, p. 253.

Von den Respirationsorganen.

§ 262.

Zu den Respirationsorganen zählt man gewöhnlich nur **Kehlkopf**, **Luftröhre** und **Lungen**, doch halte ich es für das Passendste, die genetisch mit den nicht zur Entwicklung kommenden Respirationsorganen der Embryonen, d. h. den Kiemenbögen verbundenen Organe hier zu beschreiben, nämlich die **Schilddrüse** mit ihren Nebendrüsen und die **Thymus**.

Von den Lungen.

§ 263.

Die **Lungen** verhalten sich im Baue ähnlich einer **zusammengesetzt-traubigen Drüse** und stellen mit ihren Lappen, Läppchen und Luftzellen das eigentliche Drüsengewebe dar, während die **Bronchien**, die **Trachea** und der **Kehlkopf** den **ausführenden** Wegen verglichen werden können. Doch weichen die Lungen, vermöge ihrer besonderen Bestimmung dem Gaswechsel bei der Athmung zu dienen und einerseits Stoffe — vorzüglich Sauerstoff — in das Blut aufzunehmen, und anderseits Stoffe — vorzüglich Kohlendioxyd — aus demselben abzugeben von den gewöhnlichen Drüsen, welche eine

rein absondernde Thätigkeit haben, beträchtlich ab. Die den Drüsenalveolen vergleichbaren Hohlräume sind bedeutend geräumiger und die Wandungen derselben so gebaut, dass die in denselben gelegenen zahlreichen kapillaren Blutgefässe in nächste Berührung mit dem gasförmigen Inhalte der Alveolen gelangen.

§ 264.

Der Kehlkopf, *Larynx*, ist der zusammengesetzteste Theil der sogenannten Luftwege und besteht einmal aus einem festen Gerüste, den Kehlkopfknorpeln sammt ihren Bändern, dann aus vielen kleinen an dieselben sich ansetzenden Muskeln, endlich aus einer drüsenreichen, das Innere auskleidenden Schleimhaut.

Die Knorpel des Kehlkopfes sind in ihrem Baue nicht alle gleich, indem die einen aus gewöhnlichem Knorpelgewebe, die anderen aus Faserknorpel, noch andere aus sogenanntem Netzknorpel oder gelbem Knorpel bestehen. Zu den ersteren gehören der Schildknorpel, Ringknorpel und die Giessbeckenknorpel, welche alle eine mehr gleichartige, hyaline Grundsubstanz und in dieselbe eingestreute Knorpelkapseln besitzen (Fig. 1052 *k*), unter den anderen wahren Knorpeln noch am meisten an die Rippenknorpel sich anschliessen und zu äusserst abgeplattete Zellen, dann eine weissliche Schicht mit vielen grossen Mutterzellen und mehr faseriger Grundmasse, endlich im Innern mehr Grundsubstanz und kleinere in der Richtung der Dicke gestellte Höhlen enthalten. Die Kapseln der Zellen sind bedeutend dick und in der eingeschlossenen Zelle ist meist ein grosser Fetttropfen zu finden. Obwohl alle diese Knorpel zu den Hyalinknorpeln zählen, so darf doch nicht übersehen werden, dass sie, ähnlich wie die Rippenknorpel, Altersveränderungen erleiden, welche einmal darin bestehen, dass die Grundsubstanz stellenweise unter gleichzeitiger lokaler Wucherung der Knorpelzellen eine eigenthümliche faserige Umwandlung erfährt (vergl. § 31) und zweitens darin, dass unter Einwanderung eines gefässhaltigen Gewebes in den theilweise verkalkenden und der Resorption verfallenden Knorpel, sekundär mehr oder weniger ausgedehnte Verknöcherungen, welche bei älteren Individuen niemals ganz fehlen, auftreten. Wenn man trotzdem diese hyalinen Kehlkopfknorpel nicht zu den regelmässig verknöchernden Skeletstücken rechnen kann, so liegt der Grund darin, dass die Verknöcherung nicht — wie bei der typischen endochondralen Ossifikation — während der Entwicklungsperiode eintritt und zweitens darin, dass überhaupt die Zeit des Auftretens und das Maass der Verknöcherung sehr variabel sind. Trotzdem zeigen die Verknöcherungsvorgänge an den Kehlkopfknorpeln eine gewisse Regelmässigkeit insoferne, als sie, wie schon *Ségond* (in Arch. gén. de méd. 1847) hervorhob, an bestimmten Stellen beginnen und von diesen aus immer wesentlich in derselben Weise fortschreiten. Nach *Chievitz* beginnt beim Manne die Verknöcherung nach dem 20., beim Weibe nach dem 22. Jahre und zwar zuerst am Schildknorpel, fast gleichzeitig am Ringknorpel und zuletzt an den Giessbeckenknorpeln.

Die erste Verknöcherung tritt beim Schildknorpel am hinteren Rande der Seitenplatte auf, hierzu gesellt sich ein Verknöcherungspunkt am unteren Höckerchen, weiterhin einer im Mittelstücke. Diese Verknöcherungspunkte dehnen sich

so aus, dass nur mehr die Mitte der Seitenplatte knorpelig ist. Schliesslich verknöchert auch diese und zwar bei Mann und Weib nach *Chievitz* in nicht ganz gleicher Weise, bis endlich der ganze Schildknorpel sammt seinen Hörnern zu Einem Knochen geworden ist. Die Verknöcherung geschieht wesentlich nach endochondralem Typus, indem der verkalkte oder auch noch unverkalkte Knorpel resorbirt und an seiner Stelle neugebildeter Knochen von Osteoblasten abgelagert wird. Der neugebildete Knochen ist spongiös mit Hohlräumen, die von fetthaltigem Marke erfüllt sind. Perichondral wird nur wenig Knochen gebildet. Am Ringknorpel beginnt die Verknöcherung in der Umgebung der Gelenkfläche für den Giessbeckenknorpel, dann in der Nähe der Gelenkfläche des Schildknorpels, welche Verknöcherungspunkte verschmelzen und nach vorn sich ausdehnen, zuletzt erst den unteren Rand des Ringknorpels einbeziehend. An den Giessbeckenknorpeln beginnt die Verknöcherung an der Basis in der Nähe des Muskelfortsatzes. Bezüglich des Perichondriums der hyalinen Kehlkopfknorpel ist hervorzuheben, dass dasselbe reich an elastischen Fasern ist, welche mit den elastischen Fasern der Umgebung zusammenhängen. Einer besonderen Erwähnung bedarf noch das Mittelstück (*Henle*) *Lamina mediana* (*Halbertsma*) des Schildknorpels. Ursprünglich selbständig angelegt verschmelzen, wie *Nicolas* (in Bibliogr. anat. 2. 1894) nachweist, die beiden seitlichen Schildknorpelplatten im späteren Embryonalleben in der Medianlinie vollständig und erst nach der Geburt findet man die Anlage des Mittelstückes als einen kleinzelligeren Knorpelstreifen zwischen die medialen Ränder der seitlichen Schildknorpelplatten in der Gegend des Ansatzes der Stimmbänder sich einschieben. Die grosszelligen Partien der Seitenplatten verlieren sich an Horizontalschnitten mit einem gegen die Medianlinie konvexen Bogen mehr abgeplatteter Zellen gegen die kleinzellige Mittelplatte. Es erinnert die Anordnung des Gewebes einigermassen an das Verhalten eines Zwischenwirbelbandes während des Stadiums der noch rein knorpeligen Wirbelsäule und es liegt nahe, sich vorzustellen, dass ähnlich wie an der Grenze von knorpeligem Wirbel und Zwischenwirbelband die hauptsächlichste Zellenvermehrung stattfindet, welche für das Längenwachsthum der Wirbelsäule bestimmt ist, das Mittelstück des Schildknorpels seine wesentliche Bedeutung als Wachsthumspunkt für die medialen, an einander stossenden Ränder der seitlichen Schildknorpelplatten habe. — Die *Epiglottis*, die *Santorini*'schen, die keilförmigen oder *Wrisberg*'schen Knorpel und die *Cartilago sesamoidea* von *Luschka* am äusseren Rande des Giessbeckenknorpels bestehen aus gelbem, elastischem oder Netzknorpel (siehe S. 288, Fig. 1055), ebenso wie *Rheiner* nachwies, der *Proc. vocalis* der *Cart. arytaenoidea* und manchmal deren Spitze. Sie zeigen dunkle, sehr dicht verfilzte Fasern, die bei Thieren (beim Ochsen z. B.) viel stärker sind, als beim Menschen, und 22—45 μ grosse helle Knorpelkapseln enthalten. Auch der Schildknorpel zeigt an seinem mittleren Theile da, wo die Stimmbänder sitzen, zwischen den dort sich ansetzenden elastischen Fasern einzelne oder Gruppen von Knorpelzellen.

Im Gegensatze zu den hyalinen Kehlkopfknorpeln verknöchern die elastischen Knorpel nicht und zeigen einen innigen Zusammenhang der elastischen Fasern des Knorpelgewebes mit jenen des Perichondriums und letztere wieder mit den elastischen Fasern der Umgebung. Da die elastischen oder Netzknorpel ursprünglich als Hyalinknorpel angelegt werden, so zeigt sich noch während der Wachs-

thumsperiode ein Unterschied zwischen dem älteren und jüngeren elastischen Knorpelgewebe. Letzteres findet sich vorzüglich an der Oberfläche und am Kehldeckel an der Umrandung der Lücken, welche den Knorpel namentlich in seinem unteren Theile durchbohren. Während die elastischen Fasern in den centralen Theilen des Knorpels äusserst dicht gewebt sind, findet man unmittelbar unter dem Perichondrium häufig nur spärliche elastische Fasern zwischen den Knorpelkapseln, letztere dagegen, welche vorwiegend die Grundsubstanz bilden, vollständig frei von elastischen Fasern. An einzelnen Stellen kann bei jugendlichen Individuen unmittelbar unter dem Perichondrium reiner Hyalinknorpel sich finden; doch sind solche Stellen stets nur von geringer Ausdehnung.

Während die genannten Uebergänge von beiderlei Knorpel genetische sind, indem der Hyalinknorpel als Vorstadium des Netzknorpels aufzufassen ist, finden sich am Stimm- und Spitzenfortsatz des Giessbeckenknorpels räumliche Uebergänge des Netzknorpels in den bleibenden Hyalinknorpel und verlieren sich hier die elastischen Fasern ganz allmählich nach der Tiefe. Die inkonstante und meistens verknöchernde *Cartilago triticea* besteht aus Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, ist mithin gewöhnlicher Faserknorpel, kann aber auch hyaliner Knorpel sein (*Rheiner*, *Ségond*).

Von den Bändern des Kehlkopfes enthalten die *Ligg. crico-thyreoideum medium* und *vocalia* vorwiegend elastisches Gewebe und sind gelb, während andere, wie die *ventricularia*, *hyo-* und *thyreo-epiglottica*, die *Membr. hyothyreoidea* wenigstens durch grossen Reichthum an solchen Elementen sich auszeichnen. Die elastischen Fasern der Kehlkopfsbänder sind von der feineren Art, kaum über 2,2 μ und vereinen sich in gewöhnlicher Weise zu einem sehr dichten elastischen Netzwerke, das jedoch überall, auch wo es scheinbar am reinsten ist, noch Bindegewebe beigemengt enthält. Die Muskeln des Kehlkopfes sind alle quergestreift und ebenso gebaut, wie die des Rumpfes. Dieselben entspringen von den Knorpeln des Kehlkopfes und setzen sich an diese und auch an die elastischen Bänder derselben an, welches letztere beim *M. vocalis* der Fall ist, der grösstentheils an der ausgehöhlten Aussenseite der Stimmbänder sich verliert.

Die Schleimhaut des Kehlkopfes, die Fortsetzung der Rachen- und Mundhöhlenschleimhaut, ist glatt, weissröthlich, bald, wie an der hinteren Fläche der Epiglottis, im Grunde der Kehlkopftasche, am unteren Theile des Schildknorpels und des Ringknorpels mit den Knorpeln innig verbunden, bald zu voluminöseren, theilweise mit den Muskeln zusammenhängenden Falten entwickelt. Reichliche Einlagerungen von Drüsen, welche bis an die Knorpel heran oder selbst, wie an der Epiglottis, durch Lücken derselben hindurchdringen können oder auch zwischen den Muskelbündeln vorkommen, verwischen oft die Grenzen zwischen der Schleimhaut und den unterliegenden Geweben und eine deutliche Sonderung von Mucosa und Submucosa ist in der Regel nicht vorhanden. Im Allgemeinen wird die eigentliche Schleimhaut, welche eine Dicke von 60—90 μ besitzt, wie im Schlundkopfe durch eine an elastischen Fasern besonders reiche Bindegewebsschicht nach der Tiefe begrenzt, doch ist diese elastische Schichte im oberen Theile des Kehlkopfes nicht zusammenhängend und namentlich im Bereiche des Kehldeckels, sowie dort, wo grössere Drüsen vorkommen, nicht deutlich ausgebildet. Im unteren Theile des Kehlkopfes dagegen, von den

Stimmbändern abwärts, bildet die elastische Schicht eine für sich darstellbare Lage, den *Conus elasticus* der Anatomen, welcher im Bereiche des Stimmbandes die eigentliche Schleimhaut bildet und bis an das Epithel heranreicht. Von den Stimmbändern an, welche der abgestutzten, seitlich zusammengedrückten Spitze des elastischen Hohlkegels entsprechen, nach abwärts gegen den Ringknorpel ist die tiefe elastische Schicht der Schleimhaut überall deutlich und setzt sich im Bereiche des Ringknorpels mit dem *Lig. crico-thyreoideum* und dem Perichondrium des Ringknorpels in Verbindung. Die eigentliche Schleimhaut ist im Bereiche der ary-epiglottischen Falten sehr locker, mit zahlreichen Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln versehen, etwas dichter dort, wo sie unmittelbar dem Knorpel, wie an der Epiglottis, anliegt (Fig. 1055). Obwohl die elastischen Fasern auch in der eigentlichen Schleimhaut nicht fehlen, so sind sie hier doch im Ganzen weniger zahlreich, als die Bindegewebsbündel. Ausser an Bindegewebszellen, welche sich überall finden, sind namentlich die oberflächlichen Schichten der Schleimhaut mehr weniger reich an Leukocyten, welche stellenweise zu diffusen oder auch rundlichen Anhäufungen, zu förmlichen Knötchen adenoiden Gewebes werden. Solche adenoide Knötchen finden sich inkonstant an der hinteren Kehldeckelfläche und an der Seiten- und Hinterwand des Kehlkopfes, in der Kehlkopftasche, besonders aber in dem Anhange derselben, welcher fast regelmässig so reichliche Lymphknötchen enthält, dass derselbe von Fraenkel als Larynxtonsille bezeichnet wurde. Soweit an der Schleimhaut keine stärkere Infiltration mit Leukocyten sich findet, ist unter dem flimmernden Cylinderepithel eine bis 9 μ dicke, anscheinend strukturlose, jedoch mit dem unterliegenden Bindegewebe fest zusammenhängende Basalmembran, wie sie auch auf der Schleimhaut des respiratorischen Theiles der Nasenhöhle und in der Luftröhre vorkommt.



Fig. 1052.

Fig. 1052. Frontalschnitt durch die Mitte der *Glottis* eines neunjährigen Knaben. Häm., Eos. Vergr. 15. *K* Schildknorpel; *P* Perichondrium desselben; *SM Ventriculus laryngis Morgagni*; *St* Stimmband; *T* Taschenband; *dr* Drüsen; *a* Ausführungsgang einer solchen; *ad* Adenoides Gewebe; *ce* Flimmerepithel (hell); *m M. vocalis*; *pe* Pflasterepithel (dunkel); *s* Papillenleisten tragender Theil des Stimmbandes.

Nach *Schiefferdecker* (in Sitzb. d. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. in Bonn 1896) ist diese Basalmembran von zahlreichen präformirten Kanälchen (Basalkanälchen) durchbohrt, welche einen Flüssigkeitsstrom gegen das Epithel gestatten, aber auch durchwandernde Leukocyten oder Fortsätze von Bindegewebszellen enthalten können. Dass solche Kanälchen vorkommen, wurde schon früher von *Heiberg* und *Chatellier* gesehen, ich muss es jedoch dahin gestellt sein lassen, ob dieselben bleibende oder nur vorübergehende, mit der Durchwanderung der Leukocyten auftretende und wieder verschwindende Bildungen sind. Im Allgemeinen ist die Basalmembran im Kehlkopfe weniger gut ausgebildet als in der Nasenhöhle und in der Luftröhre und fehlt dort, wo Pflasterepithel die Schleimhaut bedeckt, was insbesondere im Bereiche des Stimmbandes der Fall ist. — Das Stimmband (*Lig. vocale*) ist ein besonders modifizirter Theil der Kehlkopfschleimhaut im Bereiche der Stimmfalte, welcher vermöge seiner Struktur in der That den Namen eines elastischen Bandes verdient. Das Gewebe des Stimmbandes besteht vorwiegend aus ziemlich feinen, elastischen Fasern, die grossen Theils aus den *Processus vocales* und den angrenzenden medialen Theilen der Giessbeckenknorpel nach dem mittleren Theile des Schildknorpels in sagittaler Richtung ziehen, die aber auch direkt mit den elastischen Fäserchen zusammenhängen, welche zwischen den Fasern und Bündeln des Stimmbandmuskels (*M. vocalis, thyreo-arytaenoideus internus* [Fig. 1052 *m*]) verlaufen. Nach der freien Kante der Stimmfalte hin reichen die elastischen Fasern bis knapp an das Epithel, nach abwärts längs des unteren Theiles des Schildknorpels setzen



Fig. 1053.

Fig. 1053. Frontalschnitt durch die Stimmfalte. *Müller's* Fl., Orcein. Vergr. 46. *a* Ausführungsgang, *al* Alveole einer Schleimdrüse; *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *el* Elastische Fasernetze (dunkel); *g* Gefässe; *l* Lücken im elastischen Fasergewebe des Stimmbandes (hell); *m* Muskelbündel des *M. vocalis*; *p* Papillen.

sie sich fort in den, den Muskel bedeckenden Theil des *Conus elasticus* und können daher noch als freier oberer Rand des letzteren bezeichnet werden. Was aber dem Stimmbande noch besonders eigenthümlich ist, abgesehen von der Verlaufsrichtung der Fasern, das sind die zahlreichen Lücken und Spalten zwischen den elastischen Fasernetzen (Fig. 1053), welche dem Gewebe an frontalen Durchschnitten ein kavernöses Ansehen verleihen. Diese Lücken und Spalten können, wie die Spalten des Bindegewebes überhaupt, als Anhänge des Lymphgefässsystemes betrachtet werden.

Im Gegensatze zum Stimmbande, welches einen besonderen Faserstrang am freien Rande der *Plica vocalis* darstellt, ist in der *Plica ventricularis* ein von der Umgebung deutlich abgrenzbares, dem Stimmbande ähnliches Taschenband nicht vorhanden. Zwar finden sich auch hier reichliche, grösstentheils sagittal verlaufende, elastische Faserbündel, dieselben sind aber gegen die benachbarten Faserzüge nirgends abgegrenzt und überall so von Drüsen, stellenweise auch von Fettgewebe durchsetzt, dass ein besonderes Band nur künstlich darstellbar ist. Mitten durch das Schleimhautgewebe der Taschenbandfalte zieht in sagittaler Richtung ein gewöhnlich zarter, meistens nur aus wenigen Bündelchen bestehender, quergestreifter Muskel, welcher nach *Zuckerkandl* (in *Heymann*'s Handb. der Laryngol. etc. Wien 1896) dem *M. thyreo-arytaenoideus* zuzurechnen ist.

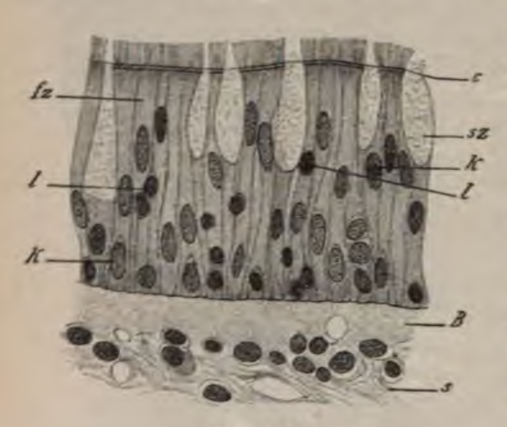


Fig. 1054.

Das Flimmerepithelium beginnt bei Erwachsenen an der Basis des Kehldeckels und den Taschenfalten, nach *Rheiner* 4,5—6,7 mm unter dem Kehlkopfseingange, ist mehrreihig (Fig. 1054), im Ganzen 54—90 μ dick und kleidet mit Ausnahme der Stimmbänder, die nach der allseitig bestätigten Entdeckung von *H. Rheiner* ein geschichtetes Pflasterepithelium besitzen, das auch als schmaler Streifen an den *Cart. arytaenoideae* bis zum Schlundkopfe sich erstreckt, den ganzen übrigen Kehlkopf aus. Die eigentlichen Flimmerzellen von 5—9 μ Breite im Mittel, mit länglich runden Kernen und hie und da einigen Fettkörnchen laufen in einen dünnen, manchmal gespaltenen Basalfortsatz aus und durchsetzen, wie *O. Drasch* genauer nachwies, die ganze Dicke des Epithels. Zwischen den verschmälerten, mit einer plattenartigen Verbreiterung der Basalmembran aufsitzenden Enden der Flimmerzellen finden sich, ebenfalls der Basalmembran aufsitzend, theils rundliche, theils keilförmige Zellen, welche mehr oder weniger weit gegen die freie Epithelfläche emporragen, dieselbe

Fig. 1054. Mehrreihiges Flimmerepithel der Trachea. *Müller*'s Fl., Häm., Eos. Vergr. 530. Senkrechter Durchschnitt. *B* Basalmembran; *K* Kerne von Epithelzellen; *fz* Flimmerzellen mit Cuticularsaum *c*; *l* Kerne von Leukocyten; *s* Bindegewebe der Schleimhaut; *sz* Becherzellen.

jedoch nicht erreichen. Es entsteht so der Anschein einer Schichtung, obwohl thatsächlich eine solche nicht vorhanden ist, da im Gegensatze zu einem wirklich geschichteten Epithel alle Zellen auf der bindegewebigen Basalmembran aufsitzen und nur nicht alle die freie Oberfläche erreichen. Ein solches Epithel kann man mit *Schiefferdecker* als mehrreihig oder mit *Böhm* und *v. Davidoff* als mehrzeilig bezeichnen. Die Flimmerhärchen, Wimperhaare, *Cilia vibratilia,* sind feine, helle, weiche, fadenförmige Fortsätze der Zellen von 3,5 bis 5 μ Länge, die mit dem netzförmig gebauten Protoplasmakörper der Zellen zusammenhängen, an der Endfläche der Zellen knöpfchenförmige Verdickungen zeigen, welche in ihrer Gesammtheit wie ein cuticularer Saum der Zellenendfläche erscheinen und dann weiterhin als cylindrische Härchen leicht abgerundet enden. Diese knöpfchenförmigen Verdickungen, mit welchen die Flimmerhaare auf den Endflächen der Zellen in allen Flimmerepithelien aufsitzen und von die *Eberth* (in *Virchow's* Arch. 35. Bd.), *Marchi, Engelmann* zuerst genauer beschrieben wurden, bezeichnet *Apáthy* (in Mittheil. aus der zool. Station in Neapel. 12. Bd. S. 495) als „Basalkörperchen". Nach einer Hypothese *v. Lenhossék's* (in Verhandl. d. anat. Ges. XII, 1898 S. 106) sind dieselben als umgewandelte Centralkörper der Zelle anzusehen und wahrscheinlich die bewegenden Theile der Flimmerhärchen. Doch ist durch *Zimmermann's* Untersuchungen (in Arch. f. mikr. Anat. 52. Bd. S. 676) an den Flimmerzellen im Nebenhoden des Menschen diese Hypothese dadurch erschüttert, dass er die in Epithelzellen auch anderwärts vorkommenden wahren Centralkörperchen als Diplosomen nahe an der Zelloberfläche auffand. An den Flimmerzellen der Luftwege sind Centralkörperchen bisher noch nicht nachgewiesen. Meist stehen die Härchen eines dicht neben dem andern über die ganze Endfläche der Zellen, nach *Valentin* im Mittel zu 10—22, was jedoch zu wenig erscheint. Gegen Reagentien verhalten sich die Zellen des Flimmerepitheliums ähnlich wie jene der Cylinderepithelien und beobachtet man namentlich auch an ihnen das Sichabheben einer Hülle durch Zusatz von Wasser. Die Flimmern sind noch zarter als die Zellhüllen, fallen bei etwelcher Erweichung des Epithels sehr leicht ab und werden von fast allen Reagentien mehr oder weniger verändert und von vielen gleich zerstört, halten sich jedoch in Chromsäure, *Müller's* Flüssigkeit und Osmiumgemischen ziemlich gut und werden, wie *Virchow* fand, wenn sie schon aufgehört haben zu schlagen, durch sehr verdünntes kaustisches Kali und Natron noch einmal vorübergehend zu lebhafter Thätigkeit gebracht. Die Flimmerbewegung geht beim Menschen im Larynx und in der Trachea von unten nach oben und ist manchmal 52, ja selbst 56 und 78 Stunden nach dem Tode noch wahrzunehmen (*Biermer*, *Gosselin*). Von einer Abschuppung zeigt sich regelrecht an dem Flimmerepithel des Larynx und der Luftwege nichts. Es gehen wohl hie und da einzelne Flimmercylinder verloren und werden mit dem Schleime der Luftröhre nach aussen entleert, allein von einer ausgedehnteren Ablösung der flimmernden Zellen findet sich keine Spur. Wie *Rossbach* (in Festschr. z. Feier des 300jähr. Jubiläums d. Univers. Würzburg) nachwies, ist der normale Trachealschleim völlig frei von zelligen Elementen. Selbst in Krankheiten der Respirationswege ist das Abfallen der Flimmerzellen keineswegs eine so gewöhnliche Erscheinung, wie Viele glauben, und kann man häufig unter eiterähnlichem Schleime, selbst unter croupösen Exsudaten das Epithel noch

mehr oder weniger unversehrt finden. Dies erklärt auch die relative Seltenheit von Regenerationsbildern im Flimmerepithel, das, wie *Flemming* und *Bockendahl* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 24 S. 361) nachwiesen, auf dem Wege der mitotischen Zelltheilung sich wieder ersetzt. Ueberall finden sich zwischen den Flimmerzellen bald spärlich, bald reichlicher Becherzellen (Fig. 1054 *sz*), welche den im Darmepithel vorkommenden sehr ähnlich sind (vergl. § 245). Sie entsprechen, wie dort, einzelligen, ein schleimiges Sekret absondernden Drüsen. *F. E. Schulze, Flemming* u. A. betrachten dieselben auch hier und, wie ich glaube, mit Recht, als selbständige, von den gewöhnlichen Flimmerzellen wesentlich verschiedene Gebilde, während andere — wie *Drasch* und in neuerer Zeit *A. Schnitzler* (in Beitrag etc. München 1893. Dissert.) — sie als in den Entwicklungskreis der Flimmerzellen gehörende Elemente ansehen. Bemerkenswerth scheint mir das Vorkommen von Gruppen dicht gedrängter Becherzellen im Bereiche der Falten der *Morgagni*'schen Kehlkopftaschen, welche wie intraepitheliale Drüschen sich darstellen. Ob solche Becherzellengruppen die durch gegenseitige Berührung der Zellen, ähnlich wie die Becherzellen im Zungenepithel der Saurier (nach *v. Seiller*), zum Theil polygonale Formen zeigen, regelmässig am genannten Orte vorkommen, oder nur einen ausnahmsweisen Befund bilden, kann ich nicht sagen, da ich dieselben nur gelegentlich an Schnitten durch den Kehlkopf eines neunjährigen Knaben beobachtete. Die Ausbreitung des geschichteten Pflasterepithels im Bereiche des Kehlkopfes unterliegt beträchtlichen individuellen Schwankungen, doch darf die oben angegebene Bestimmung der Grenzen nach den alten Untersuchungen von *Rheiner* (in Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1852), welche aus der fünften Auflage dieses Handbuches herübergenommen sind, noch immer in der Hauptsache als richtig gelten, von welchen auch die späteren Untersuchungen von *R. Heymann, Kanthak* u. A. nicht wesentlich abweichende Befunde ergaben. Relativ häufig findet sich auch am Rande der Taschenbandfalte Pflasterepithel, sowie einzelne Inseln von Pflasterepithel im ganzen oberen Theile des Kehlkopfes. Der Grund der *Morgagni*'schen Tasche ist stets mit Flimmerepithel ausgekleidet. Das Pflasterepithel am Kehlkopfeingange und an der Hinterfläche der Epiglottis ist eine direkte Fortsetzung dieser Epithelformation von der Mundhöhle und dem Schlundkopfe. Nicht genau mit der Verbreitung des



Fig. 1055.

Fig. 1055. Querschnitt durch den mittleren Theil des Kehldeckels von einem 22jähr. Manne. Hämat., Eos. Vergr. 27. *vE* Geschichtetes Pflasterepithel der lingualen, *hE* der laryngealen Seite; *K* Elastischer Knorpel, *p* dessen Perichondrium; *s* Papillen tragende Schleimhaut der lingualen, *s'* Papillenfreie Schleimhaut der laryngealen Seite; *dr* Drüse; *sa* Schleimzellen, *pa* seröse Zellen führende Alveolen.

geschichteten Pflasterepithels fällt das Vorkommen von Schleimhautpapillen im Kehlkopfe zusammen. Soweit Flimmerepithel sich findet, fehlen die Papillen überall; es ist dies aber auch an vielen Stellen mit Pflasterepithel der Fall. Am Kehldeckel finden sie sich regelmässig nur an der vorderen, der Zunge zugewendeten Fläche und am Seitenrande des freien Theiles, fehlen dagegen an der hinteren Fläche vollständig oder sind wenigstens klein und wenig zahlreich (Fig. 1055). Im Bereiche des Stimmbandes sind die Papillen an der, der Kehlkopftasche zugewendeten Seite, sowie an der Kante meistens nur wenig ausgebildet (Fig. 1053), höher dagegen und im mittleren Theile des Stimmbandes in 10 bis 20, der Stimmbandkante parallele Reihen gestellt (*Fränkel*, *Benda*), sind die Papillen an dem unteren Abhange der Stimmbandfalte (Fig. 1052), werden aber gegen die hintere Fläche des Kehlkopfes auch hier weniger deutlich. Sowohl das Flimmerepithel, als das Pflasterepithel zeigen durchwandernde Leukocyten (Fig. 1054); besonders reichlich und oft bis zur völligen Auflockerung des Epithels führend dort, wo die Schleimhaut adenoide Einlagerungen enthält.

Im Bereiche der Hinterfläche des Kehldeckels, an der Innenfläche des hinteren Theiles der ary-epiglottischen Falten bis zu den Giessbeckenknorpeln, ferner beim Hunde nach *Davis* und beim Menschen nach *Simanowsky* (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXII), auch an der freien Oberfläche des hinteren Theiles der Stimmbandfalten finden sich in ziemlich regelloser Vertheilung Geschmacksknospen, welche in ihrem Baue mit jenen der Zunge übereinstimmen (vergl. § 216). Auf dem Kehldeckel, wo die Knospen relativ zahlreich sind, sitzen dieselben, wie *H. Rabl* (in Anat. Anz. 1895 S. 153) findet, manchmal auf niedrigen Papillen.

Die Drüsen des Kehlkopfes sind durchwegs, mögen sie grösseren oder kleineren Umfang haben, von demselben histologischen Baue. Es sind tubuloacinöse, gemischte Schleimdrüsen, in welchen neben schleimabsondernden Gangsystemen auch solche mit protoplasmatischen Zellen vorkommen, sowie echte Randzellenkomplexe (Halbmonde) an den schleimabsondernden Alveolen. Sie stimmen in ihrem Baue mit den Drüsen im respiratorischen Theile der Nasenhöhle, sowie mit den bereits erwähnten gemischten Schleimdrüsen am hinteren Theile des weichen Gaumens (S. 67) und des Schlundkopfes überein, welche an den genannten Orten in unmittelbarer Nachbarschaft der reinen Schleimdrüsen der Mundrachenhöhle vorkommen. Wie bezüglich der gemischten Drüsen der Mundhöhle (*Sublingualis,* Lippendrüsen, Drüsen der Zungenspitze etc.) die Meinungen getheilt sind, ob die Halbmonde und die protoplasmatischen Zellen überhaupt als seröse Drüsenzellen oder nur als besondere Funktions- oder Entwicklungszustände von Schleimzellen aufzufassen seien, so ist dasselbe bezüglich der Drüsen des Respirationsapparates der Fall. *Schiefferdecker* (in *Heymann*'s Lehrb. d. Laryngol. u. Rhynol.) hält im Anschlusse an die Mehrzahl der Autoren die Drüsen für reine Schleimdrüsen, welche ihr von den Schleimdrüsen des hinteren Theiles der Mundhöhle verschiedenes Ansehen nur dem Umstande verdanken sollen, dass die Sekretion in anderer Weise und namentlich die Schleimbildung in den verschiedenen Abschnitten der Drüsen zu sehr verschiedener Zeit ganz allmählich vor sich gehe. Indem ich bezüglich der prinzipiellen Fragen, welche den Bau der gemischten Drüsen betreffen, auf § 222 verweise, sei hier nur hervorgehoben, dass Frau *Fuchs-Wolfring,* welche auf meine Veran-

lassung die Drüsen des Kehlkopfes und der Trachea bei Thieren (Kaninchen, Hund, Katze etc.) und beim Menschen untersuchte (in Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 52, S. 735), sich von der gemischten Natur der Drüsen des Athmungsapparates überzeugte. Die serösen Abschnitte zeigen deutliche Sekretkapillaren zwischen den Zellen; den mit Schleimzellen ausgekleideten Alveolen, welche eine weitere Lichtung haben, fehlen sie dagegen; bei pilocarpinisirten Thieren verwischt sich der Unterschied der beiderlei Drüsenabschnitte keineswegs, er tritt vielmehr in Folge Erweiterung der Sekretgänge nur noch deutlicher hervor. Im Ganzen sind die Drüsen des Kehlkopfes der Submaxillardrüse ziemlich ähnlich, indem die serösen Abschnitte gegenüber den Schleimzellen führenden häufig überwiegen. Beim Kaninchen finden sich ganze Läppchen von Drüsen, welche keine einzige Schleimzelle enthalten; beim Menschen finden sich wenigstens häufig Drüsenabschnitte, in welchen nur wenige Schleimzellen zu finden sind, während andere fast nur aus Schleimzellen bestehen. Die Gänge mit Schleimzellen sind oft auffallend weit, mit sehr hohen, cylindrischen Zellen. Aber auch die serösen Alveolen zeigen meist weitere Lichtungen als die serösen Drüsengänge der Submaxillaris oder der Parotis. Die Ausführungsgänge sind mit einem niedrigen Cylinder- oder kubischen Epithel ausgekleidet, dem nicht selten Schleimzellen beigemischt sind und zeigen nahe ihrer Mündung häufig stärkere, ampullenartige Erweiterungen. Die Grösse der Drüsen ist eine wechselnde, zwischen 0,2—2 mm Durchmesser. Grosse Drüsen finden sich an der vorderen Fläche des Kehldeckelknorpels im Bereiche des Wulstes der Epiglottis und meist dicht dem Perichondrium anliegend. Die Ausführungsgänge gehen durch die Löcher des Knorpels, in welchen häufig auch noch Drüsenläppchen liegen oder neben den Seitenrändern des Knorpels an die Kehlkopfschleimhaut (*Gl. laryngeae anteriores*). Grosse Drüsen sind ferner im Bereiche der Taschenbandfalte und in den Wänden der Kehlkopftasche und ihres Anhanges, sowie daran anschliessend um den *Wrisberg*'schen Knorpel, der oft inmitten der Drüsen zu fehlen scheint (*Gl. l. mediae*) und an der Hinterwand des Kehlkopfes (*Gl. l. posteriores*), wo die Drüsen zwischen die Muskelbündel des *M. arytenoideus transversus* eindringen und auch noch hinter diesem Muskel sich ausbreiten. Kleinere, senkrecht zur Oberfläche abgeplattete Drüsen finden sich am freien Theile des Kehldeckels und am vorderen Theile der ary-epiglottischen Falten, sowie von den Stimmbändern abwärts, wo übrigens die stark abgeplatteten Drüsenläppchen sehr zahlreich sind. Gänzlich fehlen die Drüsen nur im Bereiche des eigentlichen Stimmbandes (Fig. 1052) und wenn solche von einigen Autoren auch hier angegeben wurden, so ist dies nur so zu verstehen, dass dieselben mit „Stimmband" die ganze Stimmbandfalte meinten, an deren unterem Abhange ebenso, wie an der dem Grunde der Kehlkopftasche zugewendeten Seite allerdings konstant Drüsen sich finden (Fig. 1052 *dr*).

Ausnahmsweise kann der ganze Kehlkopf bis in die Tiefe der *Morgagni*'schen Taschen und sammt dem oberen Theil der Trachea, wie ich an mir vorliegenden Präparaten Prof. *Schaffer*'s von einem Kinde sehe, von geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet sein, ohne dass diese Anomalie mit anderen auffälligen Abnormitäten kombinirt wäre. *Kanthak* betrachtet jedes über die von *Rheiner* umschriebene Ausbreitung hinausgehende Vorkommen von Pflasterepithel im Kehlkopfe als pathologische Metaplasie in Folge entzündlicher Reizung.

Bezüglich des feineren Baues der Flimmerhaare, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden soll, sei insbesondere auf die neueste diesen Gegenstand betreffende

im Texte bereits citirte Abhandlung *v. Lenhossék's* verwiesen. Das mehrreihige Flimmerepithel des Kehlkopfes und der Luftröhre verhält sich bezüglich seiner Regeneration anders, als das einreihige Cylinderepithel des Darmes. Während bei letzterem auf Grund der umfassenden Untersuchungen *Bizzozero's* (s. S. 189) angenommen werden muss, dass die Regenerationsherde nur in den tiefen Buchten des Epitheles bezw. bei den Säugethieren in den *Lieberkühn*'schen Drüsen gelegen sind, dagegen auf den Zotten und Falten fehlen; müssen die Flimmerzellen des Respirationstraktes an Ort und Stelle aus den in der Tiefe gelegenen Basalzellen hervorgehen, ähnlich wie die oberflächlichen Zellen eines geschichteten Pflasterepithels aus den tieferen Schichten wiederersetzt werden. Da aber, wie oben hervorgehoben wurde, die Abstossung von Flimmerzellen eine keineswegs so regelmässig, fortwährend sich wiederholende ist, wie die Abschilferung der oberflächlichen Schichten des geschichteten Pflasterepitheles, insbesondere der Epidermis, so sind die Regenerationsvorgänge jedenfalls sehr träge und so ist es begreiflich, dass *Drasch* (1881) viele Hunderte von Schnitten durch die Trachealschleimhaut erwachsener Thiere und vom Menschen durchmustern konnte, ohne auf Mitosen zu stossen. Dennoch ist es mit Rücksicht auf die einzelnen von *Drasch* selbst und von *Bockendahl* (l. c.) festgestellten positiven Befunde sicher, dass die Regeneration in der That durch mitotische Zelltheilung erfolgt und es ist demnach die ältere Annahme *Drasch's*, dass bei der Ausstossung der Flimmerzellen an der Basalmembran zurückbleibende, abgeschnürte kernlose Reste der Flimmerzellen — Rudimentzellen — den Ausgangspunkt für die Regeneration bilden, als beseitigt zu betrachten. Doch bleibt die von *Drasch* ausführlich durch die genaue Analyse der im Flimmerepithel nachweisbaren Zellformen begründete Vorstellung, dass die Flimmerzellen durch Heranwachsen von Basalzellen, welche sich zunächst als nach oben spitze Keile zwischen die Flimmerzellen einschieben, ersetzt werden, von dem Nachweise der mitotischen Kern- und Zelltheilung unberührt. Denn, wenn auch *Bockendahl* angiebt, dass vereinzelte Kerntheilungen in der ganzen Dicke des Flimmerepitheles sich finden, so scheint mir doch nicht hinreichend erwiesen, dass die völlig differenzirten Flimmerzellen, die Hauptzellen *Koelliker's* (1881), sich mitotisch theilen; um so weniger, als die von *Bockendahl* gegebenen Abbildungen nach Schnitten das Epithel der Trachea, im Gegensatze zu den in dieser Hinsicht einzig verlässlichen Ergebnissen der Isolationsmethoden, als wirklich geschichtet erscheinen lassen. Wahrscheinlich sind es doch nur die Basal- und Keilzellen, welche sich mitotisch theilen. In dem Momente der Theilung zeigen solche Zellen nicht die Druckformen, welche die gegenseitige Spannung wachsender, aber sich nicht vermehrender Zellen, je nach dem Wachsthumszustande derselben bedingt. Eine sich theilende Zelle übt auf die Umgebung einen überwiegenden Druck aus; oder es ist vielleicht umgekehrt ein verminderter Druck der Umgebung eine der Bedingungen, welche zur Theilung anregen.

Was nun die Becherzellen anbelangt, so sind dieselben im ausgebildeten Zustande gerade so wie im Darme durch ihre im oberen Theile kreisrunde Form des Querschnittes und durch die bauchige Gestalt, sowie durch einen in vivo meist dunkel körnigen, an Reagenspräparaten hellen Inhalt und ein deutliches Stoma ausgezeichnet. Nach *Koelliker's* Messungen (in Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1881) ist der Querdurchmesser des bauchigen Theils der Becherzellen in der Luftröhre 7,6—15,2, im Mittel 11,4 μ. Das Stoma an Silberpräparaten 2—5 μ. Dass auch die Becherzellen aus den tiefen Zellen der Basalschicht hervorgehen, ist kaum abzuweisen. Ihre Zahl ist eine sehr wechselnde bei verschiedenen Individuen, bald sind sie massenhaft auf jedem Schnitte, bald nur vereinzelt da und dort. *Drasch* glaubte mit Rücksicht auf den Umstand, dass er keine unmittelbaren Uebergangsformen zwischen den nach oben zugespitzten Keilzellen und den umgekehrt an der oberen Fläche breiten und unten zugespitzten Flimmerzellen auffinden konnte, an die Zugehörigkeit der Becherzellen zum Entwicklungskreise der Flimmerzellen. Es ist aber nicht sehr wahrscheinlich, dass eine bereits als secernirende Zelle differenzirte Epithelzelle zu einem anderen specifisch differenzirten Elementartheile, zu einer Flimmerzelle, sich umwandle und darum hat diese Ansicht wenig Anklang gefunden, obwohl sie nicht direkt widerlegt wurde. *A. Schnitzler* hat in neuerer Zeit jedoch ebenfalls die Umwandlung der Becherzellen in Flimmerzellen behauptet. Dagegen hatten *Waller* und *Björkmann* umgekehrt die

Umwandlung der Flimmerzellen in Becherzellen angenommen, indem sie Becherzellen mit einem Cilienkranz nachwiesen und *F. Merkel* (in Ergebnisse d. Anatom. etc. IV. Bd. S. 108) glaubt, ebenso wie *Knauff* (in *Virchow*'s Arch. 39. Bd.) und *Koelliker* (l. c.) dasselbe gesehen zu haben. Diese Angaben befinden sich in Uebereinstimmung mit der sehr verbreiteten Ansicht, dass die Becherzellen aus den gewöhnlichen Flimmerzellen hervorgehen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass Flimmerzellen, wie viele andere Elementartheile, einer schleimigen Degeneration unterliegen können, welche möglicherweise zu einer Verwechslung mit Becherzellen Anlass geben kann. So bleibt die Frage nach der Herkunft der Becherzellen des Respirationstraktes eine offene, wenn auch die Analogie mit den Becherzellen an anderen Orten dafür spricht, dass dieselben aus indifferenten Basalzellen selbständig, ohne genetischen Zusammenhang mit den Flimmerzellen sich entwickeln. Für die genetische, gegenseitige Unabhängigkeit der Flimmerzellen und Becherzellen im Respirationsapparate scheint mir auch die von *Koelliker* festgestellte Thatsache zu sprechen, dass am Uebergange der feinsten Bronchien in das eigentliche, respirirende Lungengewebe eine Strecke vorkommt, in welcher nur Flimmerzellen aber keine Becherzellen im Epithele sich finden (s. § 269).

§ 265.

Gefässe und Nerven des Kehlkopfes.

Die Blutgefässe des Kehlkopfes, jederseits von einer oberen, mittleren und unteren Kehlkopfarterie stammend, von welchen die beiden oberen gewöhnlich aus den oberen, die untere aus den unteren Schilddrüsenarterien abgehen, sind sehr reichlich. Im Gebiete des unteren Randes der Schildknorpelplatten, wo die Arterien anastomotische Verbindungen eingehen, findet man zwischen dem Perichondrium und den an der Innenseite befindlichen Muskeln an Durchschnitten zahlreichere kleine Arterienästchen; ein diesen korrespondirender Plexus von kleineren, 0,1—0,3 mm weiten Venen findet sich etwas tiefer unten, dicht am inneren Perichondrium des Ringknorpelbogens nahe an dessen oberem Rande. Reichliche Kapillaren erhalten, abgesehen von den Drüsen, insbesondere die Oberfläche der Schleimhaut und deren Papillen bis dicht an das Epithel heran. Aus denselben entwickeln sich sofort kleine, oberflächliche Venen, die weiter nach der Tiefe an Umfang zunehmen. Relativ arm an Gefässen ist das Stimmband.

Die Lymphgefässe, zuerst von *Teichmann* (in *v. Luschka*, Der Kehlkopf etc.) genauer untersucht, sind sehr zahlreich, im unteren Theile des Kehlkopfes und im Bereiche der Taschenbandfalten zwei übereinander liegende Netze bildend, von welchen das oberflächliche etwas tiefer als die subepithelialen Blutkapillaren liegt; im Stimmbande bilden die Lymphgefässe der Richtung der Faserung folgende, lang gezogene Maschen. Die über der Glottis gelegenen Lymphgefässe finden ihren Abfluss in Lymphknötchen unter dem grossen Zungenbeinhorn oder in der Umgebung der Theilung der *Carotis c.* durch die *Membrana thyreo-hyoidea*; die unter der Glottis gelegenen Lymphgefässe führen unterhalb des Ringknorpels zu Lymphknoten, welche am häutigen Theile der Luftröhre gelegen sind.

Die Nerven des Kehlkopfes enthalten, wie *Bidder* und *Volkmann* fanden, in dem mehr sensiblen *N. laryngeus superior* vorwiegend feine, in dem vorwiegend motorischen *N. laryngeus inferior* mehr dicke Nervenfasern. Im Bereiche des *N. laryngeus sup.* findet *Nicolas* (l. c.) konstant am *Ramus*

internus dort, wo er am oberen Rande des Schildknorpels in seine Aeste zerfällt, ein Ganglion. Von den Nervenzweigen des Kehldeckels waren mikroskopische Ganglien schon früher bekannt (*Remak* in Med. Zeitg. d. Ver. f. Heilk. in Pr. 1840, 2). Die zahlreichen sensiblen Nervenendapparate der Kehlkopfschleimhaut wurden erst in neuerer Zeit durch die Anwendung der Methoden von *Golgi* und *Ehrlich* genauer bekannt. Nachdem zuerst *G. Retzius* (in Biolog. Unters. N. F. Bd. IV 1892) die intraepithelialen Nervenendigungen im Kehlkopfe sowohl im Pflasterepithel als im Flimmerepithel im Wesentlichen ebenso, wie sie oben von der Mundhöhle beschrieben wurden, gefunden und *Fusari* (in Arch. ital. de biol. 1894) den subepithelialen Nervenplexus genauer verfolgt und in demselben zahlreiche, rundliche oder eiförmige Zellen, welche mit den Nerven in Kontakt stehen, aufgefunden hatte, wurde von *Arnstein*'s Schüler *Ploschko* (in Anat. Anz. 1897 S. 12) mit Hilfe der Methylenblaumethode, insbesondere der Kehldeckel von Thieren (Kaninchen, Ratte etc.) genau untersucht. Obwohl die russisch geschriebene ausführliche Abhandlung (Kasan, 1896) nur in ihren Abbildungen für mich benützbar war, so möchte ich aus derselben doch hervorheben, dass *Ploschko* im Flimmerepithel feinste Nervenfäden mit varikösen Anschwellungen bis an die Basis der Flimmerhaare verfolgen konnte, dass er in dem Stimmbandepithel besondere cylindrische, die Dicke des Epithels durchsetzende Zellen darstellt, welche von feinsten Nervenfäden umsponnen werden, abgesehen von den dort schon früher durch *Retzius* bekannten, reichlichen intraepithelialen Endverästelungen zwischen den Pflasterzellen. Ausserdem stellt *Ploschko* reichliche, subepitheliale, plattenartig ausgebreitete Endbäumchen, welche von markhaltigen Nervenfasern versorgt werden, oder auch knäuelartige Endapparate dar; ferner rundliche, subepitheliale Zellen, an deren Oberfläche feinste terminale Fasern sich anlegen. Bezüglich der von *Ploschko* über die Nervenendigung in den Geschmacksknospen des Kehldeckels gewonnenen Resultate verweise ich auf das in § 217 Gesagte.

§ 266.

Die **Luftröhre** und ihre Aeste verbinden sich durch ein an schönen elastischen Fasern reiches Bindegewebe mit den benachbarten Theilen und werden zunächst von der äusseren Faserhaut, einem derben, elastisch fibrösen Gewebe, umgeben, das die Knorpelhalbringe als Perichondrium überzieht und untereinander verbindet, und als eine etwas dünnere Lage die hintere häutige Wand bekleidet. Auf diese Lage folgen vorn und seitlich die **Knorpel**, hinten eine Lage **glatter Muskeln**. Die ersteren, von 0,7—1—2 mm Dicke, verhalten sich ganz wie die grösseren Kehlkopfknorpel, verknöchern jedoch im Ganzen nur selten. Dagegen sind die **Muskeln** der Trachea nicht mehr quergestreift und bilden eine unvollständige, nur an der hinteren, knorpelfreien Wand zu findende, 0,68 mm dicke Lage von Querfasern und einzelnen, an der äusseren Seite derselben befindlichen Längsbündeln, deren Elemente von 68 μ Länge und 4—9 μ Breite zu kleinen Bündeln vereint sind, die mit zierlichen kleinen **Sehnen von elastischem** Gewebe, theils von den inneren Flächen der Enden der Knorpelhalbringe, theils, die Längsbündel nämlich, von der äusseren Faserhaut entspringen (s. *Koelliker*'s Mikr. Anat. II. 2. Fig. 277).

Nach innen von den Knorpeln und Muskeln, die gewissermassen als Eine Lage zu betrachten sind, folgt eine mit der äusseren Faserhaut und dem Perichondrium zusammenhängende, über den Knorpeln etwa 0,26 mm starke Lage, welche mehr locker gewebt ist und Fettgewebe und Drüsen enthält. Man kann sie als Submucosa bezeichnen (Fig. 1056 *F, dr*). Namentlich deutlich im unteren Theile der Luftröhre, weniger scharf im oberen setzt sich die Submucosa von der eigentlichen Schleimhaut durch eine dicht gewebte Lage netzartig verbundener bis 3,3 μ dicker, in der Längsrichtung der Luftröhre verlaufender elastischer Fasern ab. Sie bilden eine 0,20—0,22 μ dicke Schicht (Fig. 1056 *el*). Diese elastische Längsfaserschicht, welche der Lage nach der *Muscularis mucosae* des Darmrohres vergleichbar ist, bildet eine ziemlich scharfe Grenze für die ihr aufruhende eigentliche Schleimhaut, die im Mittel etwa 0,26 mm dick ist. Die eigentliche Schleimhaut enthält reichlichere Bindegewebsbündel neben feinen elastischen Fasern und zahlreiche Zellen, unter diesen regelmässig auch Leukocyten, die stellenweise, namentlich um die Mündung der Schleimdrüsen (Fig. 1057 *ad* an der häutigen Wand) zu förmlichen adenoiden Anhäufungen zusammentreten, wie dies ähnlich auch in der Speiseröhre der Fall ist. Auch zwischen den Alveolengängen der Schleimdrüsen findet sich manchmal adenoides Gewebe. Durchwegs wird die Schleimhaut gegen das Epithel durch eine Basalmembran, welche viel deutlicher ist, als im Kehlkopfe und eine Dicke bis 11 μ erreicht, abgeschlossen. Auf dieser sitzt das Flimmerepithel, das in Nichts von dem des Kehlkopfes abweicht und im häutigen Theile der Luftröhre da und dort Inseln von Pflasterepithel enthalten kann (*Drasch, Baraban*). Die Drüsen — ebenfalls von demselben Baue wie im Kehlkopfe — sitzen in der vorderen Wand

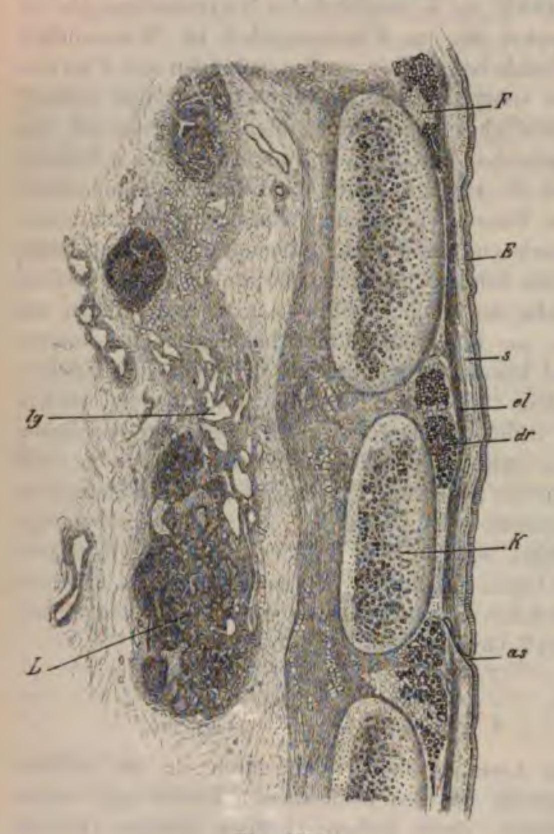


Fig. 1056.

Fig. 1056. Längsschnitt durch die seitliche Luftröhrenwand vom Erwachsenen. *Müller*'s Fl., Hämat., Eosin. Vergr. 12. *E* Flimmerepithel; *F* Fettgewebe; *K* Knorpel; *L* Thymusläppchen; *as* Ausführungsgang; *dr* Drüsen; *el* Elastische Längsfaserschicht; *lg* Lymphgefässe; *s* Schleimhaut.

zahlreicher als in der seitlichen in der Submucosa, seltener da und dort auch in der eigentlichen Schleimhaut und die grössten, welche einen Durchmesser von 0,6—2 mm erreichen, an der hinteren Wand zum Theile zwischen und hinter den Muskeln (Fig. 1057). So weit die Knorpelhalbringe reichen, sind die Drüsen kleiner, 0,2—0,6 mm im Durchmesser und über den Knorpeln, wo der Raum am meisten beschränkt ist, am stärksten abgeplattet oder gänzlich fehlend, dagegen

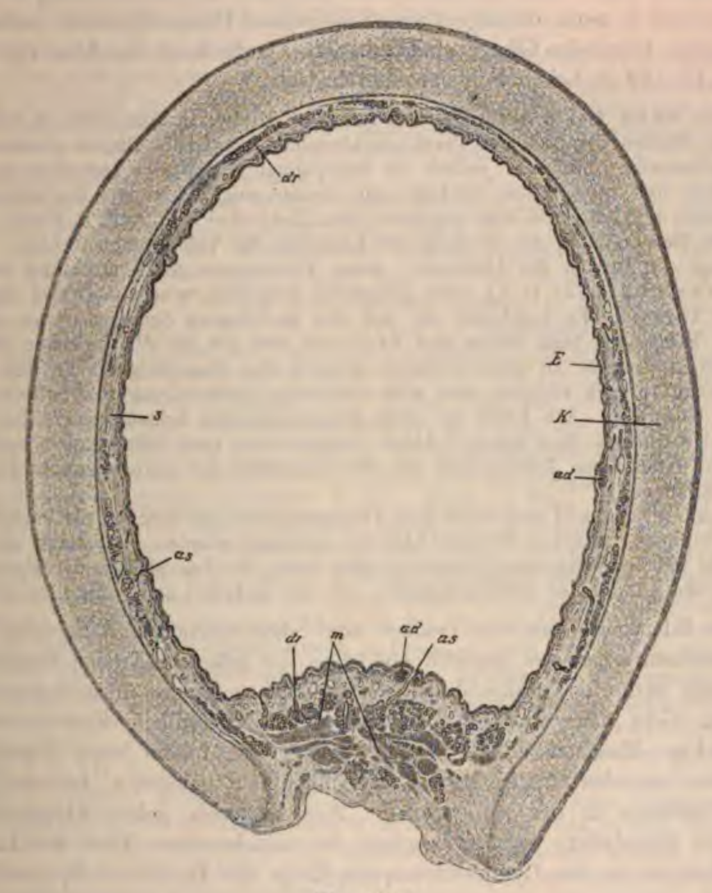


Fig. 1057.

in den Zwischenräumen zwischen den Knorpeln gut entwickelt (Fig. 1056 *dr*). Wie im Kehlkopfe sind die Mündungen der Ausführungsgänge, welche oft schräg oder gewunden verlaufen und ehe sie die elastische Längsschicht durchbrechen, häufig eine Erweiterung zeigen (*Frankenhäuser* in Unters. üb. den

Fig. 1057. Querschnitt durch die Luftröhre eines neunjährigen Knaben im Bereiche eines Knorpels. Pikrinsubl., Hämat., Eosin. Vergr. 8. *E* Flimmerepithel; *K* Knorpel; *ad* Adenoides Gewebe; *dr* Drüsen; *as* Ausführungsgänge derselben; *m* Glatte Muskeln der häutigen Wand; *s* Schleimhaut.

Bau der Tracheo-Bronchialschleimh. Dissert. Petersburg 1879), meist mit freiem Auge zu erkennen. Die Ausführungsgänge sind an ihrer Mündung gewöhnlich mit Flimmerepithel ausgekleidet, das auch öfter in den ampullenförmigen Erweiterungen unter der elastischen Längsschicht gefunden wird; in den engeren Gangabschnitten und in den Verzweigungen innerhalb der letzteren findet man ein Ein- oder zweireihiges Cylinderepithel, dem streckenweise Schleimzellen beigemengt sind. Letztere findet man bisweilen auch bis nahe an die Mündung in grösserer Zahl, namentlich wenn die eigentliche Schleimhaut Drüsenläppchen enthält. Die Schleimzellen führenden Gänge sind zum Theil auffallend, bis über 0,1 mm weit und mit 13—22 μ hohen Schleimzellen bedeckt.

Nach *Böhm* und *v. Davidoff* (in Lehrb. d. Histol. II. Aufl. 1898 S. 203) sollen im ganzen *Stratum proprium* der Trachealschleimhaut zerstreute Bündel glatter Muskelfasern vorkommen. Ich habe jedoch im knorpeligen Theile der Luftröhre nur Bindegewebszellen und von glatten Muskelfasern ebensowenig als andere Beobachter etwas finden können und halte die oben gegebene, aus *Koelliker*'s 5. Aufl. d. Handb. wörtlich wiederholte Beschreibung der Muskeln der Luftröhre für vollkommen richtig.

Ueber die Drüsen der Luftröhre, deren Vorkommen und Anordnung bei Säugethieren *Frankenhäuser* (l. c.) sehr eingehend bespricht, macht *Renaut* sehr eigenthümliche Angaben. Er vergleicht sie mit den modifizirten Schweissdrüsen am Haarbande der Mundhöhle beim Hasen und Kaninchen und mit der *Harder*'schen Drüse und leugnet im Gegensatze zu allen anderen Autoren ihre Zugehörigkeit zu den Schleimdrüsen, wenn er auch zugiebt, dass eine schleimige Umwandlung von Drüsenzellen da und dort vorkommt. Ich kann mit dem ausgezeichneten französischen Forscher nur darin übereinstimmen, dass neben Schleim secernirenden auch Drüsenzellen anderer Art sich finden, ohne deren Aehnlichkeit mit den Elementen der obengenannten Drüsen zugeben zu können.

Nach *Debove* soll sich unter dem Flimmerepithel der Trachea ein subepitheliales Endothel befinden, was von *Frankenhäuser* bestätigt wurde. Es handelt sich jedoch hiebei wohl um eine Täuschung, hervorgerufen durch die Fussplatten der Epithelzellen, welche in der Aufsicht an Silberpräparaten wie ein Endothel sich darstellen können.

Die Blutgefässe der Trachea sind eher spärlich und zeichnen sich in der Schleimhaut besonders dadurch aus, dass die grösseren Zweige besonders der Länge nach verlaufen, während das oberflächliche, häufig über den elastischen Elementen dicht unter der gleichartigen Schicht befindliche Kapillarnetz mehr rundlicheckige Maschen bildet. Die Lymphgefässe bilden nach *Teichmann* zwei Netze, ein oberflächliches, in der Schleimhaut gelegenes, feineres und ein tieferes, gröberes in der Submucosa. Aus letzterem gehen klappenführende Stämmchen dorsalwärts vorzüglich gegen den membranösen Theil der Luftröhre, aus welchem sie in die Lymphknoten, die längs der Luft- und Speiseröhre vertheilt sind, gelangen.

Die Nerven der Trachea enthalten, wie *Engel* (in Zeitschr. der Wiener Aerzte 1847) fand, mikroskopische Ganglien. Sie finden sich an den Nervenzweigen, welche hinter, zwischen und vor der Muskulatur an der hinteren Wand der Trachea verlaufen. Genauere Angaben über die Verbreitung der Ganglien in der Luftröhre der Säugethiere theilte *Kandarazki* (in Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1881) mit. Dass die Zellen dieser Ganglien dem multipolaren, sympathischen Typus angehören, wies in neuerer Zeit *Ploschko* nach, dem es auch gelang, Nervenfortsätze dieser Zellen direkt bis zu den dendritischen Endgeästen an glatten Muskelbündeln zu verfolgen, ein Nachweis, der von prinzipieller Wichtigkeit ist. Ausserdem fand aber *Ploschko* neben diesen

motorischen Endapparaten auch von markhaltigen Fasern stammende, büschelartige Endverästelungen zwischen den glatten Muskelbündeln, welche als sensible Nervenendigungen anzusehen sind. Was die sonstigen sensiblen Endapparate anbelangt, so verhalten sich dieselben in der Schleimhaut und im Epithel wie im Kehlkopfe, abgesehen davon, dass in der Luftröhre keine Geschmacksknospen vorkommen.

Litteratur über Kehlkopf und Luftröhre.

Für die überreiche Litteratur dieses Gegenstandes sei, ausser auf die Jahresberichte und Fachschriften über Laryngologie, insbesondere auf *P. Heymann*'s Handbuch der Laryngologie und Rhinologie, Wien, Hölder, und das ziemlich umfangreiche alphabetisch geordnete Litteraturverzeichniss über die anatomische Litteratur der Respirationsorgane von *A. Nicolas* in Traité d'Anatomie humaine pub. sous la direct. de *P. Poirier* Tome IV. deuxième fasc. (1898) verwiesen.

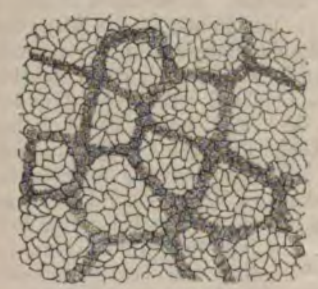
Ausser den im Texte citirten Schriften seien hier noch angeführt: *H. Rheiner*, Beitr. zur Histol. des Kehlkopfes, Würzburg 1852, Diss.; *H. v. Luschka*, Der Bandapparat d. Santor. Knorpel des Kehlkopfs in *Henle*'s Zeitschrift 1860, XI, 132; *H. J. Halbertsma*, De lamina mediana cartil. thyr. in Versl. en Mededeel. d. K. Ned. Akad. Natuurk. D. XI, S. 3; *Verson*, Kehlkopf und Trachea, in *Stricker*'s Handb. d. Lehre von den Geweben etc. S. 453; *H. v. Luschka*, Der Kehlkopf des Menschen, Tübingen 1871; *Heitler*, Ueber das Vorkommen adenoider Substanz in der menschl. Kehlkopfschleimhaut, in Wien. med. Jahrb. 1874, S. 374; *P. Tarchetti*, Sulla struttura delle ghiandole muc. d. trachea, in Rendic. dell' Istituto Lombardo, 1871; *W. Gruber*, Monographie über das Corpusc. triticeum etc., in Mem. de l'Acad. impér. de St. Petersbourg 1876, 7me Ser. T. XXIII, n⁰. 2; *C. Davis*, Die becherförmigen Organe des Kehlkopfes, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV; *O. Drasch*, Die physiologische Regeneration des Flimmerepithels der Trachea, in Sitzber. d. kais. Akad. in Wien, 80. Bd. 1879 und ibid. 83. Bd. 1881 und 93. Bd. 1886; *Chievitz*, Unters. üb. d. Verknöcherung d. Kehlkopfknorpel, in Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1882 S. 303; *C. Waller* und *G. Björkman*, Studien über den Bau der Trachealschleimhaut mit bes. Berücksicht d. Epithels, in *G. Retzius*, Biol. Unters. II. Jahrg. 1882; *P. Heymann*, Epithel und Drüsen d. menschl. Kehlkopfs, in *Virchow*'s Arch. 118. Bd., 1889, S. 320; *A. A. Kanthack*, Studien über die Histol der Larynxschleimhaut, in *Virchow*'s Arch. 118., 119. u. 120. Bd.; *Derselbe*, Beitr. zur Histol. der Stimmbänder mit spez. Berücks. des Vorkommens von Drüsen und Papillen, Ibid. 117. Bd.; *Baraban*, L'épithélium de la trachée et des bronches chez un supplicié, in Rev. médicale de l'Est 1890, Nr. 18, S. 545; *Bendicenti*, Ricerche sulle terminazione nervose nella mucosa della trachea, Atti dell. Soc. toscana di scienze nat. Pisa 1890, Vol. VII, S. 132; *Fraenkel*, Studien zur feineren Anatomie des Kehlkopfs, in Arch. f. Laryngol. u. Rhinol. I. Bd., 1893, S. 1 u. 250; *Fusari*, Terminaisons nerv. dans divers épithéliums, in Arch. italiennes de Biol. 20. Bd. 1894, S. 279; *Benda*, Ueber die Schleimhautleisten des wahren Stimmbandes beim Menschen, in Arch f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abth. 1895, S. 563; *P. Heymann*, Ueber die am Rande des wahren Stimmbandes vorkommenden Schleimhautleisten, in Wiener klin. Rundschau 9. Jahrg., 1895, S. 449; *Friedrich*, Die elastischen Fasern im Kehlkopfe, in Arch. f. Laryngol. u. Rhinolog. IV. Bd., 1896, S. 184; *Renaut* (Drüsen), in Traité d'Histol. pratique T. II, Fasc. 1, Paris 1897; *F. Reinke*, Ueber die funktionelle Struktur der menschl. Stimmlippe, in Festschr. f. *F. Merkel*, Anat. Hefte IX. Bd. 1897; *Most*, Ueber die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Kehlkopfes, in Anat. Anz. 15. Bd., S. 387.

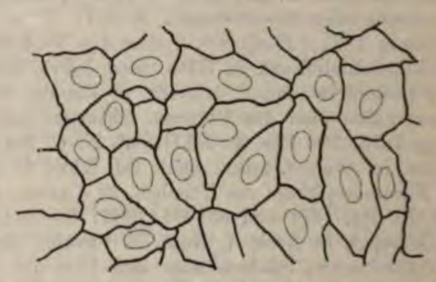
§ 267.

Lungen. Hält man den Vergleich mit einer tubulo-acinösen oder einer alveolären Drüse fest, so kann man an den Lungen 1. eine besondere seröse Hülle, die **Pleura**, 2. das absondernde Gewebe, bestehend aus den **Verästelungen der zwei Bronchi** mit ihren Endigungen, den Alveolengängen und

Alveolen nebst vielen Gefässen und Nerven, und 3. ein zwischen diesen Theilen befindliches und sie zu grösseren und kleineren Läppchen verbindendes Zwischengewebe unterscheiden.

Die Brustfelle, *Pleurae*, stimmen in ihrem Baue vollkommen mit dem Peritoneum überein, sind wie dieses in ihrem äusseren Blatte dicker und bestehen aus einem mit feineren oder gröberen elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem einfachen Plattenepithel mit kernhaltigen Zellen von 18—46 μ Grösse an der *Pleura pulmonalis* (Fig. 1059). Die Epithelzellen der Pleura sitzen einem elastischen Grenzhäutchen auf und bestehen nach *Kolossow* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 42. Bd.), wie jene des Bauchfelles aus den kernenthaltenden Zellleibern, welche durch Intercellularbrücken zusammenhängen und aus oberflächlichen, dicht aneinander schliessenden Plättchen, welche kurze, 2 μ lange Härchen tragen. An den Thoraxwänden findet sich am Brustfelle, wie am äusseren Theile des Herzbeutels noch ein mehr reinfaseriges Blatt. Die Blutgefässe der Pleura sind zahlreich, aber fein, und ihre Kapillaren bilden weite Maschen. Lymphgefässe hat *Dybkowsky* in dem parietalen


Fig. 1058.


Fig. 1059.

Blatte der Pleura des Hundes und Kaninchens dargestellt und gefunden, dass dieselben in den Intercostalräumen und auf dem *Musculus sternocostalis* sehr reichliche Netze bilden, in der Gegend der Rippen selbst dagegen bis auf einzelne grössere, den Rändern derselben entlang verlaufende Stämmchen fehlen und in den Mittelfellen nur da vorhanden sind, wo dieselben Fett enthalten. Ueber die Lymphgefässe der Lungenpleura, welche mit jenen der Lunge zusammenhängen, vergleiche § 271. Nerven mit schmalen und breiten Röhren fand *Luschka* und verfolgte dieselben in dem äusseren Theile der Pleura zum Phrenicus und dem Brusttheile des Sympathicus. *Koelliker* sah beim Menschen auch in der *Pleura pulmonalis* in Begleitung von Zweigen der Bronchialarterien Nerven bis zu 73 μ Durchmesser mit mittelfeinen und starken Nervenröhren und hie und da eingestreuten grossen Ganglienkugeln, die aus den *Plexus pulmonales* kamen und wohl besonders vom Vagus abgegeben wurden. — An den Rändern der Lungenflügel fand *Luschka* zottenartige Fortsätze der Pleura, ähnlich denen in Synovialkapseln, hie und da mit Gefässen und selbst Nervenfädchen.

Fig. 1058. Schnitt von der Lungenoberfläche eines Kindes von 11 Wochen mit dem Epithel der Pleura und einigen durchschimmernden Luftzellen. Silberpräp. Ger. Vergr.
Fig. 1059. Das Pleuraepithel der Fig. 1058. Vergr. 350.

Ueber den feineren Bau der Pleura des Hundes vergleiche man die sorgfältige in *Ludwig's* Laboratorium ausgeführte Arbeit von *Dybkowsky*. — Das Epithel der *Pleura parietalis* zeigt nach diesem Forscher die schon von *v. Recklinghausen* und *Oedmansson* von anderen Orten her bekannten Spaltöffnungen, die mit den Lymphgefässen in Verbindung stehen, worüber auf das Kapitel Lymphgefässe verwiesen wird.

§ 268.

Luftröhrenzweige und Luftzellen. Sobald der *Bronchus dexter* und *sinister* an die Lungenwurzel gelangt sind, beginnen sie in eigenthümlicher Weise sich zu verästeln, indem sie — wie *Aeby* zeigte — nicht dichotomisch sich theilen, sondern unter Beibehaltung ihrer Hauptrichtung nach und nach kleinere Zweige (*Rami bronchiales*) meist unter spitzen Winkeln abgeben. Diese zerfallen, wie die Enden der Stammbronchi, in viele kleine Zweigchen, welche oft unter fast rechten Winkeln divergiren können. So entsteht schliesslich ein äusserst reicher Baum von Luftröhrenzweigen, dessen feinste, nirgends zusammenhängende Enden (*Bronchioli*) durch die ganze Lunge sich erstrecken und überall an der Oberfläche wie im Innern zu finden sind. Mit denselben stehen dann die letzten Elemente der Luftwege, die Luftzellen oder Lungenbläschen (*Alveoli pulmonum*, *Rossignol*) in Verbindung, doch nicht so, wie man früher glaubte, dass jedes feinste Bronchialästchen an seinem Ende in ein einziges Bläschen ausgeht, sondern indem dieselben in erweiterte verästelte Gänge (Alveolengänge) sich fortsetzen, in welche von allen Seiten zahlreiche Lungenbläschen einmünden. Diese Alveolengänge entsprechen den kleinsten Läppchen tubuloacinöser Drüsen und es ist daher nicht die geringste Nöthigung vorhanden, dieselben mit einem anderen Namen zu bezeichnen, wie *Rossignol*, der sie *Infundibula* nannte. Dieser Ausdruck beruhte auf der unrichtigen Vorstellung, dass jeder Bronchiolus sich plötzlich trichterförmig in einen birnförmigen Sack erweitere (*Infundibulum*), der ringsum von Alveolen bedeckt ist, wie dies etwa im Grossen bei der Lunge eines Frosches der Fall ist, die in der That einen ringsum mit wabigen Ausbuchtungen besetzten Sack darstellt. Thatsächlich giebt es aber in der Säugethierlunge solche *Infundibula*, wie sie der Vorstellung *Rossignol's* zu Grunde lagen, nicht, sondern vielmehr, wie aus Fig. 1060 und den nach Schnitten naturgetreu dargestellten



Fig. 1060.

Fig. 1060. Mit Quecksilber gefülltes Alveolengangsystem vom Lungenrande eines Affen (Cercopithecus). Vergr. 15. *b* Bronchiolus; *a* Alveolengangsystemedicht mit Alveolen besetzt; *i* Enden sogen. *Infundibula*. Nach *F. E. Schulze*, 1871. (Dieses Bild ist nur insoferne den heutigen Kenntnissen nicht mehr ganz entsprechend, als der Uebergang des Bronchiolus *b* in die Alveolengänge *a* plötzlich und nicht durch einen allmählichen Uebergang erfolgt.)

Figg. 1063 und 1066 ersichtlich ist, verzweigte Gangsysteme, welche ganz an jene von tubulo-acinösen Drüsen erinnern. Als Trichter oder *Infundibula* könnte man höchstens die blinden terminalen Enden der Alveolengangsysteme (Fig. 1060 *i*) bezeichnen, was jedoch überflüssig und der von *Rossignol* entwickelten Vorstellung nicht genau entsprechend ist, da ja die plötzliche Erweiterung des Gangsystemes nicht an diesen blinden Endästen, sondern am Uebergange des *Bronchiolus* in die Alveolengänge sich findet. So aufgefasst weicht der Bau der Lunge nicht erheblich von dem anderer tubulo-acinöser und alveolärer Drüsen mehr ab, nur dass in ihr, wenigstens beim Erwachsenen, eine theilweise Verschmelzung der Drüsenbläschen oder Luftzellen eines Läppchens stattgefunden zu haben scheint, indem man, wie *Adriani* mit Recht meldet, die Scheidewände zwischen denselben hie und da durchbrochen und auf einzelne Balken zurückgeführt findet. Die aus der Vereinigung der Alveolengänge der feinsten Läppchen durch einfache Verschmälerung hervorgehenden kleinsten Luftröhrenzweigchen (*Bronchioli*) von 0,22 bis 0,35 mm sind anfangs noch von einfachen Luftzellen, welche man wandständige nennen kann, besetzt (*Bronchioli respiratorii*, *Koelliker*) und haben daher zuerst buchtige Wände, die aber bald sich verlieren und dem gewöhnlichen glatten Aussehen derselben Platz machen, das dann auch weiterhin bleibt. — Die Grösse der Luftzellen wechselt sehr bedeutend in einer gesunden Lunge, und beträgt im Tode beim Mangel jeder Ausdehnung durch Luft 0,37—0,22—0,16 mm. Vermöge seiner Elasticität ist aber jedes Luftbläschen im Stande, sich um das Doppelte und Dreifache zu erweitern, ohne zu reissen, und nachher wiederum in seinen früheren Zustand zurückzukehren. Man wird nicht irren, wenn man annimmt, dass im Leben, bei mittlerer Füllung der Lunge, die Luftbläschen mindestens um ein Drittel weiter sind, als wir sie im Tode finden, und dass bei möglichst tiefer Einathmung die Ausdehnung das Doppelte und mehr davon erreicht. Im Emphysem sind solche Erweiterungen und noch viel bedeutendere bleibend und führen auch schliesslich zum Zerreissen der Wände der, einem Läppchen angehörenden Alveolen, ja selbst zum Zusammenfliessen der Läppchen selbst. — Die Form der Alveolen ist an einer frischen zusammengefallenen Lunge meist rundlich oder länglichrund, an einer aufgeblasenen oder eingespritzten, in Folge der gegenseitigen Abplattung, rundlich-eckig; ohne Ausnahme vieleckig sind die Luftzellen der Lungenoberfläche, die auch immer nahezu ebene Aussenseiten haben. *Aeby* schätzte die Gesammtzahl der Alveolen auf 404 Millionen beim Manne und auf 322 Millionen beim Weibe. Diesen Zahlen würde eine Gesammtoberfläche der

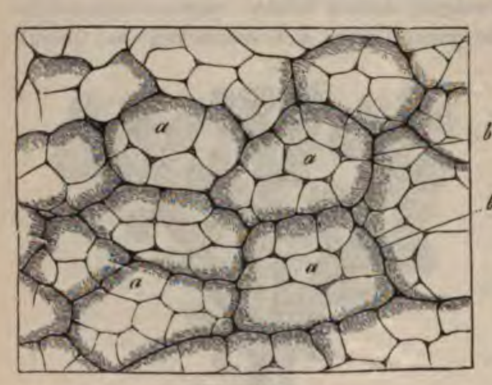


Fig. 1061.

Fig. 1061. Aeussere Oberfläche der Lunge einer Kuh, deren Luftzellen mit Wachs eingespritzt wurden. Vergr. 30. Nach *Harting*. *a* Luftzellen; *b* Grenze der kleinsten Läppchen oder Infundibula (*Rossignol*).

Alveolen von 50—40 Quadratmetern während der tiefsten Exspiration und von 129—103 Quadratmetern während der tiefsten Inspiration entsprechen.

Der gelappte Bau der Lunge ist beim Erwachsenen lange nicht so deutlich, wie bei jüngeren Individuen und bei Thieren. Es ist daher anzurathen, zuerst eine Kinderlunge auf diese Verhältnisse zu untersuchen. Hier findet man die einzelnen Läppchen noch alle deutlich durch Bindegewebe von einander geschieden und trennbar, und ist so im Stande, sich von der ziemlich regelmässigen Kegelgestalt der oberflächlichen unter denselben und der mehr unregelmässigen der innern zu überzeugen. Beim Erwachsenen sind diese feinsten Läppchen, deren Grösse 0,5—1—2,2 mm beträgt, auch noch vorhanden, aber so innig verschmolzen, dass man selbst an der Oberfläche der Lungen ihre Umrisse nur mit Mühe und unvollständig erkennt und im Innern des Organes mehr ein gleichartiges Gefüge, etwa wie in der Leber, vor sich zu haben glaubt. Dagegen sind sekundäre Läppchen von 0,6—1—2,8 cm (Läppchen der Anatomen) auch beim Erwachsenen meist deutlich, um so eher, weil hier ihre Grenzen gewöhnlich durch Pigmentstreifen bezeichnet sind, die mit der Zeit in das sie zusammenhaltende interlobuläre Bindegewebe sich abgesetzt haben, und diese vereinen sich dann schliesslich durch ein reichlicheres Zwischengewebe zu den grossen bekannten Lappen. So besteht die Lunge durch und durch aus grösseren und kleineren Abtheilungen von Luftzellen und kleinsten Bronchien, und danach zerfallen auch die grösseren Luftröhrenzweige in gewisse bestimmte Gruppen, von denen jede nur mit einer der ersten in Verbindung steht.

Die Einzelheiten der Verzweigung des Bronchialbaumes, über welche seit den Arbeiten *Küttner*'s (in *Virchow*'s Arch. 66. Bd. 1876) und insbesondere seit den grundlegenden Untersuchungen *Aeby*'s (in: Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen, Leipzig 1880) eine ziemlich reiche Litteratur entstanden ist, sind in den Handbüchern der Anatomie nachzusehen.

Der seit *Rossignol* (in Recherch. sur la struct. int. du poumon, Bruxelles 1846) in die Beschreibung der Lunge eingeführte Begriff der *Infundibula* gab Anlass zu ganz irrigen Annahmen und wird noch immer gebraucht, obwohl schon *F. E. Schulze* (l. c.) eine den heute geltenden Vorstellungen angemessene Darstellung gab, wie sie in England schon früher sich Bahn brach. Die „anatomische Nomenklatur“ hat die „*Infundibula*“ nicht aufgenommen und mit den Ausdrücken *Ductuli alveolares* (Alveolengänge, *F. E. Schulze*) und *Alveoli pulmonum* sich begnügt. In der That lässt sich die Vergleichung der Lungenläppchen mit den Läppchen einer alveolären Drüse ganz streng durchführen. Die Bronchioli, welche kleinsten, intralobulären Ausführungsgängen entsprechen, gehen, nachdem sie nur mehr einen Durchmesser von etwa 0,4 mm haben, in 3—6 Gänge von etwa 0,2 mm Weite über, die bereits seitlich aufsitzende Alveolen haben und verzweigen sich in erweiterte, noch sich theilende, blind endigende Alveolengänge, deren jedes Lungenläppchen etwa 20—25 enthält, und die ringsum mit Luftbläschen (Alveolen) bedeckt sind. *W. S. Miller* (in Anat. Anz. VII, 1892, S. 181) hat auf Grund von Schnittserien durch mit Celloidin injicirte Lungenläppchen, die er nach der Plattenmodellirmethode rekonstruirte, genau die Verzweigungen der Alveolengänge und Bronchiolen studirt und für die einzelnen Abschnitte der Gangsysteme eine neue, komplizirte Nomenklatur gebraucht, die sich jedoch kaum einbürgern dürfte; um so weniger als die neu unterschiedenen Abschnitte keine besonderen histologischen Charaktere haben und die reiche Namengebung nicht dazu beitragen dürfte, die Sache klarer zu machen.

Die Behauptung, dass die Lungenalveolen nicht blind enden, sondern untereinander kommuniziren, reicht bis auf *Malpighi* zurück; sie war völlig verlassen, bis *Delafield* (in Stud. in pathol. Anat. New York 1882, Vol. I) und *D. Hansemann* (in Math.-naturw. Mitth. d. Akad. d. Wiss. in Berlin. 1895, IX) sie wieder aufnahmen. Nach

Hansemann würden massenhafte feine Verbindungen zwischen den benachbarten Alveolen existiren, welche ihm dadurch sichtbar wurden, dass die mit dickem Leim injicirten Alveolen, beim Schrumpfen des Leimes in Alkohol, Verbindungsfäden erkennen liessen. Da aber auch in anderen Hohlräumen, z. B. Blutgefässen, Leim in Alkohol leicht zackig schrumpft, so dass feine Fäden da und dort an den Wänden haften, ist diese Methode nicht einwurfsfrei und wird man vorläufig eine regelmässig vorkommende Kommunikation der Alveolen so lange in Zweifel ziehen müssen, bis sie durch andere Methoden bestätigt ist. *W. S. Miller* (l. c.) konnte bei seinen Injektionen keine Kommunikationen auffinden. Dagegen glaubt *Nicolas* (in *Poirier's* Traité d'anatomie T. IV, fasc. 2, S. 525) in den dünnen Scheidewänden der Alveolen rundliche Lücken direkt gesehen zu haben und bildet eine solche auch ab Ich habe an mit Silberlösung gefüllten, sowie an mit Alkohol injicirten Lungen, von welchen letzteren die Schnitte stark mit Eosin gefärbt waren, vergeblich nach regelmässigen Lücken gesucht, wenn mir auch da und dort Bilder vorkamen, welche eine sichere Entscheidung, ob es sich um zufällige Risse oder um präformirte Poren handle, schwer zuliessen

§ 269.

Der feinere Bau der Bronchien und der Alveolen oder Luftzellen ist folgender. Sobald die Luftröhrenäste in die Lunge eingetreten sind und in Zweige zerfallen, verschwindet der Gegensatz einer von Knorpelhalbringen gestützten Vorderwand und einer häutigen hinteren Wand. Die Knorpel werden zu unregelmässigen, auf den ganzen Umfang der Röhren vertheilte eckige Plättchen, die anfangs noch gross und dicht stehend, bald weiter auseinander an die Abgangsstellen von Aesten rücken und immer kleiner werden, bis sie schliesslich an Bronchien unter 1 mm in der Regel sich verlieren und beim Menschen an Bronchien unter 0,85 mm in keinem Falle mehr gefunden wurden (*Koelliker*). Gleichzeitig breitet sich die glatte Muskelschichte, welche an der Luftröhre und ihren Aesten nur an der hinteren Wand sich findet, um den ganzen Umfang des Rohres aus und

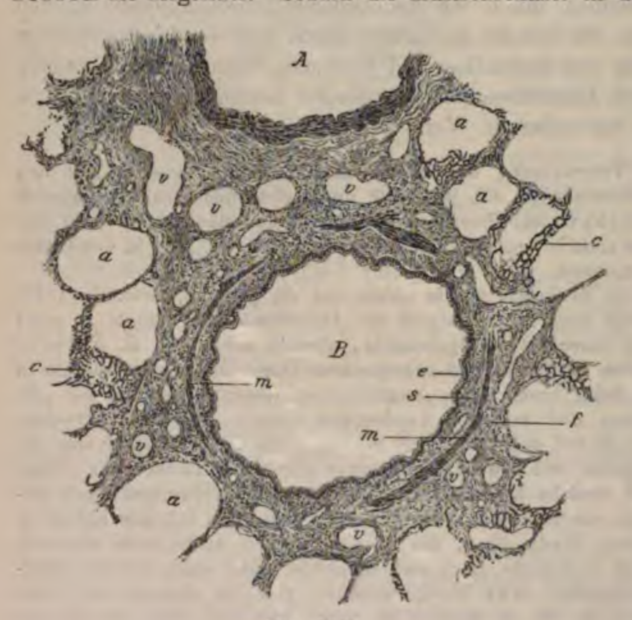


Fig. 1062.

Fig. 1062. Querschnitt durch einen 0,7 mm dicken Bronchialzweig. Alkoholfüllung, Hämat., Eosin. Vergr. 55. *A* Zweig der Lungenarterie; *a* Lungenalveolen; *c* Kapillarnetze derselben. *B* Bronchialzweig; *e* Epithel; *s* Schleimhaut; *m* Muskellage; *f* Faserhaut mit Venendurchschnitten (*v*) in derselben.

man kann demnach folgende Schichten an den Bronchialzweigen unterscheiden. 1. Eine vorzüglich aus Bindegewebsbündeln mit reichlichen elastischen Fasern gebildete, die Knorpel einschliessende Faserhaut, welche mit dem umgebenden Lungengewebe und den angrenzenden Gefässen zusammenhängt. 2. Eine nach innen von derselben gelegene Muskelhaut, welche aus vorzüglich quer um das Rohr verlaufenden Bündeln besteht, die netzartig unter einander zusammenhängen; jedoch nirgends eine ganz geschlossene Lage bilden, wie etwa die Ringmuskelhaut des Darmes. Die Muskelbündel sind an Bronchiolen von 0,34 mm Durchmesser noch 16—21 μ dick, an solchen von 0,65 mm

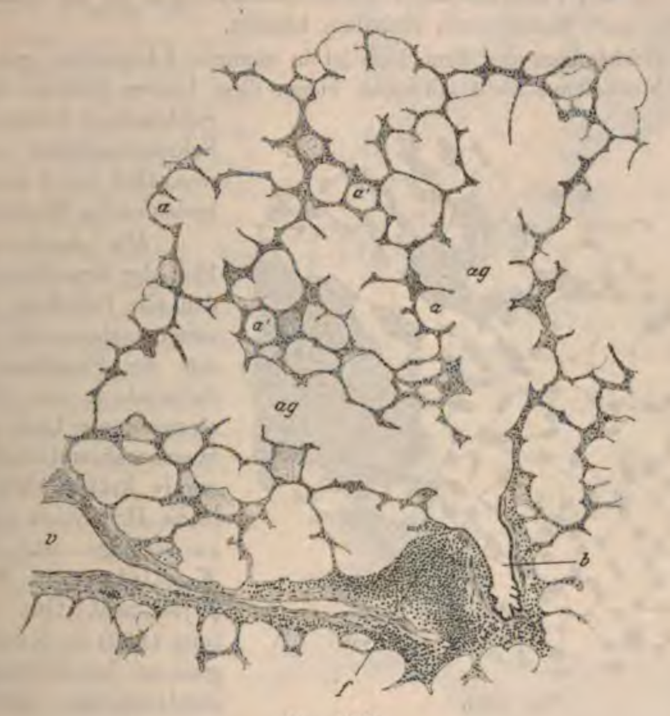


Fig. 1063.

noch 54—114 μ (*Koelliker*). 3. Eine Schleimhaut, welche die direkte Fortsetzung der Trachealschleimhaut bildet und aus einer elastischen Längsfaserschicht, die den Muskelbündeln innen anliegt und einer eigentlichen Schleimhaut besteht, welche aus wenig Bindegewebe mit elastischen Fäserchen und zahlreichen Zellen besteht und gegen das Epithel mit einer zarten Basalmembran abschliesst und endlich aus einem mehrreihigen Flimmerepithel mit Becherzellen, wie in der Luftröhre. So weit Knorpel sich finden, enthält die Wand der Bronchialzweige auch Drüsen von demselben Baue, wie in der Luftröhre. Zahlreich und ziemlich

Fig. 1063. Schnitt von einer mit Alkohol gefüllten Lunge. Vergr. 35. *a* Alveolen im Profil, *a'* im Querschnitte; *b* Bronchiolus in *Bronchioli respiratorii* und *ag* Alveolengänge sich fortsetzend; *f* Lymphfollikel; *v* Vene im Längsschnitte.

gross in den dickeren Bronchien, werden sie an den kleineren Zweigen selten und klein. Sie haben ihre Lage vorwiegend unterhalb der Muskeln in der Faserhaut und durchbohren die Muskelschichte mit ihren Ausführungsgängen, welche in der Regel ampullenartige Erweiterungen mit Flimmerepithel zeigen (*Frankenhäuser, Koelliker*), ehe sie an die Oberfläche der Schleimhaut gelangen.

Wie in der Luftröhre finden sich auch in der Bronchialschleimhaut viele Leukocyten, welche auch das Epithel durchwandern. Adenoides Gewebe findet sich in Form von diffusen oder rundlichen Anhäufungen, theils in der Schleimhaut, theils in der Faserhaut unter den Muskeln und zwischen den Knorpeln, namentlich an den Theilungsstellen von Bronchialzweigen oft als deutliche Knötchen, welche auch Keimcentren enthalten können.

Die Schleimhaut der Bronchien ist in zierliche Längsfalten gelegt, welche jedoch die Muskelhaut nicht mitmacht, indem diese letztere glatt um die gefaltete Schleimhaut herumzieht. Die Schleimhautfalten sind daher wesentlich durch die ringförmig verlaufenden Muskeln bedingt.



Fig. 1064.

Mit abnehmendem Kaliber der Bronchialzweige werden alle Schichten der Wand zarter, insbesondere verschmelzen die Faserhaut und die Schleimhaut und bilden eine einzige dünne Lage von Längsfasern, während die Muskelhaut relativ kräftig bleibt und bis in die *Bronchioli respiratorii* zu verfolgen ist. Diese von *Koelliker* (in Sitzber. d. physik.-med. Ges. in Würzburg 1880) so benannten und genauer beschriebenen Bronchialzweigchen beginnen von einem Durchmesser von 0,5 bis 0,4 mm abwärts und sind zunächst noch von einem gleichmässigen, ein- bis zweireihigen, niedrigen Flimmerepithel von 13 μ Höhe ausgekleidet, in welchem aber die bis dahin zahlreichen Becherzellen vollständig verschwinden, während vereinzelt an der Wand kleine, nur 30—90 μ grosse, halbkugelige Ausbuchtungen, Alveolen, auftreten, welche bereits das weiter unten zu schildernde respiratorische Epithel tragen. Nach einem bald kürzeren, bald längeren Verlaufe von etwa 1,5—3,5 mm wird das Flimmerepithel zuerst an einer Seite der Wand in ein kleinzelliges, flimmerloses, einfaches kubisches oder plattes Epithel umgewandelt, dessen Elemente einen Querdurchmesser von etwa

Fig. 1064. Lunge vom Menschen mit Silbernitrat injicirt. Vergr. 200. Uebergang eines Bronchiolus in einen *Bronchiolus respiratorius* mit doppeltem Epithel. *e* Einfaches Epithel; *p* grosse platte, *e'* kleine Epithelzellen des *Bronchiolus respiratorius*.

7—15 μ haben, zwischen welchen, erst einzeln, dann immer mehr grosse, polygonale Platten von 22—45 μ auftreten (Fig. 1064), wodurch der Uebergang zu dem charakteristischen, respiratorischen Epithel der Alveolengänge und Alveolen hergestellt wird, während zugleich die den Alveolen entsprechenden Ausbuchtungen der Wand zahlreicher werden. Im Uebergangsbereiche finden sich noch Nester von 20 bis 50 kleiner Pflasterzellen, was in dieser Weise an den eigentlichen Alveolengängen nicht mehr vorkommt. Wo die Alveolen dichter stehen, ist für die respiratorischen Bronchiolen, wie *Koelliker* (l. c.) hervorhebt, im Vergleiche zu den eigentlichen Alveolengängen charakteristisch, dass noch immer an den relativ dicken Scheidewänden der Alveolen grössere Gruppen von kleinen Pflasterzellen stehen (Fig. 1065), während in den Alveolengängen die grossen platten Epithelzellen auch die Scheidewände vorwiegend überziehen. Die Bronchiolen mit doppeltem Epithel gehen nach einem Verlaufe von 1,5—2 mm in die nach *Koelliker* 0,85 bis 1,7 mm langen eigentlichen Alveolengänge über. Die beiderlei Zellen des respiratorischen Epithels, von *Eberth* und *Elenz* zuerst bei Thieren beschrieben, von *C. Schmidt*, *Colberg*, *F. E. Schulze*,



Fig. 1065.



Fig. 1066.

Fig. 1065. Lunge der Katze mit Silbernitrat injicirt. Vergr. 200. Wandstück eines *Bronchiolus respiratorius*. *g* Grenzen der Alveolen; *e* kleine, *p* grosse platte Alveolarepithelzellen.

Fig. 1066. Respiratorisches Epithel der Begrenzungsränder von Alveolen mit Silber und Essigsäure behandelt. Nach *Koelliker*. Vergr. 400. *k* Kleine kernhaltige Epithelzellen; *p* Grosse kernlose Platten.

W. Krause u. A. bestätigt, von *Küttner* und *Koelliker* (1880) beim Menschen nachgewiesen, sind eine Eigenthümlichkeit der respirirenden Lungen; beim Fötus und bei Kindern, die nicht geathmet haben, sind nur einerlei Zellen in den respiratorischen Gängen zu finden (Fig. 1067) und zwar fehlen die charakteristischen, grossen, hellen Platten, was indessen von *Sedgwick Minot* (in Lehrb. d. Entwicklungsgesch. S. 808) in Abrede gestellt wird. Es ist wohl kein Zweifel, dass die grossen platten Zellen aus den kleinen Pflasterzellen hervorgehen und zwar, wie *Elenz* und *Koelliker* glauben, wahrscheinlich durch Verschmelzung von solchen. Die kleinen Pflasterzellen behalten zeitlebens den ursprünglichen Charakter; sie allein enthalten Zellkerne und ein körnig-fädiges Protoplasma, während die grossen Zellen kernlose, fast homogen erscheinende Platten darstellen.

Ausser dem Epithel besteht die Wand der Lungenalveolen, abgesehen von den unten noch zu besprechenden zahlreichen Blutkapillaren, nur aus einem

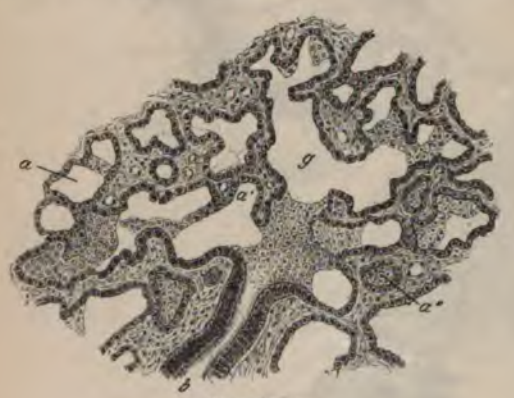


Fig. 1067.



Fig. 1068.

dünnen Häutchen, das man als Fortsetzung der Faserhaut sammt der Schleimhaut der Bronchiolen betrachten kann und das zwischen zwei benachbarten Alveolen nur einfach, für beide Alveolen gemeinsam ist. An den *Bronchioli respiratorii* ist die glatte Muskulatur noch bis an die Alveolen in ringförmigen Bündeln zu verfolgen, während die Schleimhaut auf eine äusserst dünne Schicht reduzirt erscheint und das Epithel fast auf den Muskeln aufsitzt. Ebenso stellt die äussere Faserhaut nur mehr eine kaum nachweisbare Schichte dar. An den Alveolengängen verschwinden die Muskeln. Die Wände, welche nur mehr durch die dicht aneinander gedrängten Scheidewände der Alveolen gebildet werden, haben den Bau dieser Scheidewände selbst. Diese bestehen aus einer Grundmembran, in welcher zur Verstärkung elastische Fasern von 1—4,5 μ Dicke, die sich verästeln, eingelagert sind und am Mündungsringe der Alveole gegen

Fig. 1067. Schnitt durch die Lunge eines Neugebornen. *Müller*'s Flüss. Vergr. 112. *a* Alveole im Querschnitt; *a'* Alveole im Profil; *a"* Boden einer Alveole abgekappt; *b* Bronchiolus in das Alveolengangsystem (*g*) übergehend.

Fig. 1068. Ein Stückchen zerzupfter Lunge nach Behandlung mit Kalilauge. Vergr. 200. *a* Alveolenmündung; *el* Elastische Fasernetze in der Wand derselben.

den Gang zu stärkeren, dicht aneinander lagernden Faserbündeln sich verflechten (Fig. 1068), welche die Alveolenmündungen theilweise umkreisen und häufig unter T-förmiger Theilung in die Faserringe benachbarter Alveolen übergehen. Leimgebende Faserbündel fehlen in der Alveolenwand vollständig; nur dort, wo grössere Gefässe an dieselbe herantreten, findet sich, sowie zwischen den Läppchen, leimgebendes Bindegewebe.

Ein langer Streit zieht sich durch die Litteratur über die Frage, ob das eigentliche Alveolengewebe noch glatte Muskeln enthält oder nicht, nachdem zuerst *Moleschott* solche gesehen zu haben glaubte. Ich habe mich eben so wenig, als *Eberth*, *F. E. Schulze*, *Koelliker* und die Mehrzahl der Autoren von der Existenz von Muskelzellen in den eigentlichen Alveolen überzeugen können und finde solche nur noch in den respiratorischen Bronchiolen und den Anfängen der Alveolengänge, wo allerdings Muskelbündel cirkulär um

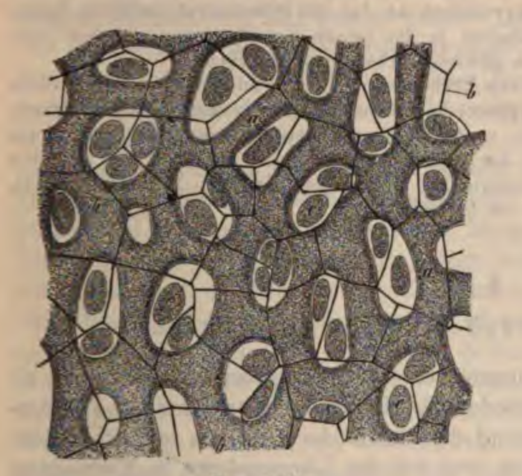


Fig. 1069.



Fig. 1070.

die Wand herumgehen und auch um die Mündungsringe von Alveolen gefunden werden, wie *Koelliker* bestimmt angiebt. Die Scheidewände der Alveolen in den Alveolengängen können, abgesehen von den sie bedeckenden Epithelzellen und den Kernen der kapillaren Blutgefässe, auch noch einzelne Bindegewebszellen und Leukocyten enthalten.

Bei den nackten Amphibien (Fig. 1069) findet sich, wie *Eberth* und *Elenz* fanden, ein ziemlich regelmässiges vollständiges Pflaster kernhaltiger sehr platter Zellen, das jedoch die Eigenthümlichkeit zeigt, dass die in besonderen Ausbuchtungen der Zellen gelegenen Kerne einzig und allein in den Maschen der Kapillaren liegen, während die

Fig. 1069. Epithelium einer Luftzelle der Lunge des Frosches, durch Silber und Karmin dargestellt. Vergr. 350. *a* Kapillaren; *b* Epithelzellen; *c* Kerne derselben, in den Kapillarlücken enthalten.

Fig. 1070. Lungenepithel von einer erwachsenen Katze aus einer peripherischen Alveole durch Silber dargestellt. Nach *Elenz*. Vergr. ca. 350. *a* Kapillaren; *b* Inseln kleiner kernhaltiger Zellen in den Maschen des Kapillarnetzes; *c* die über den Kapillaren verlaufenden Contouren der grösseren, membranartigen Platten; *d* Zelle, die nur durch Eine Contour mit einer der umliegenden Inseln verbunden ist.

platten Theile der Zellen die Blutgefässe decken. Ein solches Epithel hat mit dem respiratorischen Epithel der Säuger einige Aehnlichkeit und könnte bei oberflächlicher Betrachtung mit demselben verwechselt werden, wenn man — was wegen der grösseren Dicke der Zellen an den kernhaltigen Stellen leicht geschehen kann — diese letzteren für selbständige Zellen hält. Bei den Reptilien verhält sich das respiratorische Epithel ganz ähnlich wie bei den Säugethieren.

Das Epithel der Alveolen bei den Säugethieren ist ohne Anwendung des Silbernitrates nur schwer und unvollständig zu sehen, da auch bei guten Färbungen mit Eosin u. s. w. die unterliegenden kapillaren Blutgefässe und die feinen elastischen Fäserchen in der Grundhaut der Alveolen die Contouren der Epithelzellen nur undeutlich hervortreten lassen. Namentlich sind die durchsichtigen, kernlosen, sehr dünnen, grossen Epithelplatten schwer zu erkennen und es ist daher begreiflich, dass *Henle* noch 1866 (Eingeweidelehre S. 281) den Lungenbläschen jede Epithelbekleidung absprechen konnte. *Koelliker* hatte in der fünften Auflage dieses Handbuches die umstehende Fig. 1070 nach *Elenz* wiedergegeben, war jedoch von dem Vorkommen von zweierlei Epithelzellen beim Menschen, welche damals noch Niemand nachgewiesen hatte, nicht überzeugt. Erst im Jahre 1880 gelang es *Koelliker* selbst, an der mit Silbernitrat gefüllten Lunge eines Hingerichteten die Epithelverhältnisse in der Lunge des Menschen genauer festzustellen und damit dieser Frage einen gewissen Abschluss zu geben.

Die glatten Muskeln der primitiven Bronchien der Embryonen liegen, wie *Stieda* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 30. Bd. Supplem.) bei einem 120 mm langen Schafffötus fand, dem Epithel dicht an und *Koelliker,* welcher diese Thatsache weiter verfolgte, kam zu dem Schlusse, dass die Muskeln der primitiven Bronchien in der That aus den Epithelzellen abstammen, mithin entodermalen Ursprunges sind (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 40. Bd. und dieses Handbuch I. Bd. S. 138).

§ 270.

Interlobuläres Gewebe und Lungenpigment.

Während das eigentliche Lungengewebe der leimgebenden Bündel so zu sagen ganz entbehrt, besteht das interlobuläre Bindegewebe, welches die Lungenläppchen unter einander verbindet und die Oberfläche derselben mit der gleichgebauten Faserhaut der Bronchialäste und mit der Lungenpleura in Verbindung setzt, vorwiegend aus locker gewebten, leimgebenden Bündelchen, welchen zarte elastische Fasern und platte Bindegewebszellen beigemengt sind und welches in der Regel ganz fettlos ist. Dieses Bindegewebe enthält auch zahlreiche interlobuläre Blut- und Lymphgefässe, und — abgesehen von dem noch ausführlicher zu besprechenden Pigmente — Einlagerungen von adenoidem Gewebe, das nicht bloss interlobulär und in der Faserhaut der Bronchien, sondern auch subpleural vorkommt, wie *J. Arnold* (in *Virchow*'s Arch. 80. Bd.) und *C. Lüders* (Ueber das Vorkommen von subpleuralen Lymphdrüsen. Kiel, 1892 Dissert.) darlegten. Die Lymphknötchen unter der Pleura sind regellos zerstreut und können bis erbsengross werden und vollständig den Bau von Lymphknoten mit Rindenfollikeln und Marksubstanz besitzen.

Ausnahmsweise sind einzelne Stellen des interlobulären Bindegewebes der Sitz eosinophiler Zellen, was mit Rücksicht auf das gelegentliche Vorkommen solcher Zellen im Sputum, namentlich bei Bronchitis, von Interesse ist. An Schnitten einer vollständig pigmentfreien Lunge eines jungen Pferdes, welche ich Herrn Prof. *Dexler* verdanke, finden sich, an einzelnen Stellen des interlobularen Gewebes ziemlich dicht gehäuft, eosinophile Zellen längs der Blutgefässe, ferner da und dort in der äusseren Faserhaut der Bronchialäste und

ausnahmsweise in der Aussenzone von Lymphfollikeln. Die Schleimhaut der grösseren Bronchien und der meisten kleineren ist von eosinophilen Zellen frei; nur an einigen kleinen Bronchialzweigchen sieht man von der Faserhaut durch die Muskelhaut hindurch bis in das Flimmerepithel hinein und im Lumen der Bronchien selbst eosinophile Zellen. In den Alveolenwänden fehlen sie fast überall; nur ausnahmsweise findet man in den Wänden endständiger Alveolen, die unmittelbar an interlobuläres Gewebe grenzen, das mit eosinophilen Zellen infiltrirt ist, solche Zellen auch in der Alveolenwand. Diese Befunde sprechen dafür, dass die eosinophilen Zellen der Lunge aus den Blutgefässen kommen und in der Regel durch die Wand der kleineren Bronchien in die Luftwege gelangen.

Lungenpigment. Bei älteren Menschen, nicht aber bei neugeborenen Kindern und in staubfreier Luft lebenden Thieren, findet man die Lunge mehr weniger reichlich von körnigem schwarzen Pigmente durchsetzt, wodurch die Lunge eine schiefergraue bis schwärzliche, fleckige Färbung erhält. Das Pigment hat vorzüglich seinen Sitz im interlobulären Bindegewebe und treten daher durch dasselbe die Umrisse der Läppchen, besonders der sekundären, nicht selten auch der primären mehr weniger deutlich hervor. Eine genauere Untersuchung ergiebt, dass das Pigment in der Hauptsache aus kohlschwarzen, zum Theil äusserst kleinen, zum Theil grösseren kugeligen oder unregelmässigen Körnchen, seltener stellenweise aus kantigen oder eckigen, unregelmässigen Splittern besteht. Dieses Lungenpigment ist wenigstens in seiner weitaus überwiegenden Menge, wahrscheinlich sogar durchaus, soweit nicht pathologische, hämatogene Pigmentbildung nach Blutungen in Frage kommt, von aussen durch die Athmung in die Lunge gelangter Staub und zwar — so weit es um kohlschwarze, an dunkles Melanin erinnernde Körnchen sich handelt — Russkohle, wie in neuerer Zeit *J. Wiesner* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien. 91. Bd. 1892. S. 379) eingehend nachgewiesen hat. In einem Gemische von konzentrirtem Kaliumbichromat und überschüssiger Schwefelsäure (Chromsäuregemisch) löst sich das schwarze Lungenpigment, wie Russkohle, selbst nach vielen Tagen nicht, während Holzkohle, Braunkohle und Melanin entfärbt werden, letzteres sogar der Lösung unterliegt und erstere einen Rückstand von Cellulose hinterlassen. Dass das Lungenpigment kein Melanin, sondern Kohle ist, wie schon *Koschlakoff* (in *Virchow*'s Arch. 36. Bd.) behauptete, wird ferner durch die Unlöslichkeit desselben in erwärmter Kalilauge und seine Nichtentfärbung durch Chlorwasser u. s. w. bewiesen. Den experimentellen Nachweis, dass das Pigment auf dem Wege der Einathmung in die Lunge gelange, verdanken wir vorzüglich *Knauff* (in *Virchow*'s Archiv. 49. Bd.) und *O. De Konradi* (Unters. über den schwarzen Farbstoff der Lunge. Dorpat, 1869 Dissert.).

Wenn nun auch das Lungenpigment als etwas von aussen in dieselbe Hineingelangtes nachgewiesen ist, so verdient es wegen seines regelmässigen Vorkommens, namentlich in den Lungen der Bewohner von Städten, eine besondere Beachtung und sind die Wege etwas eingehender zu besprechen, welche die eingeathmete Russkohle nimmt. Dieselbe muss zunächst das Epithel durchdringen, um in die tieferen Gewebe zu gelangen. Dies geschieht nun vorzüglich in den *Bronchioli respiratorii* und in den Alveolengängen, dagegen in der Regel nicht in den grösseren Bronchialästen. An diesen findet man Epithel, Schleimhaut

und Muskelhaut von Pigment frei, verhältnissmässig wenig in der Faserhaut; dagegen oft sehr viel in dem an die Faserhaut angrenzenden, perilobulären Gewebe der Lungenläppchen ebenso, wie unter der Pleura. Im Innern der Alveolen findet man das Pigment in und zwischen den Epithelzellen, ferner in Zellen eingeschlossen, welche als Leukocyten zu betrachten sind und welche zum Theil eine sehr bedeutende Grösse, bis zu 30 μ und mehr (Phagocyten), erreichen. In der Tiefe findet man das Pigment zu dichteren Massen von mannigfaltiger Form und Grösse zusammen gebacken, in zackigen und ästigen Figuren, bezüglich welcher oft schwer zu entscheiden ist, ob sie intra- oder extracellulär gelegen sind. Weiterhin findet sich das Pigment, dem Verlaufe der Lymphgefässe folgend, um die kleineren Blutgefässe in den und um die adenoiden Anhäufungen und Lymphknötchen, welche an den Bronchien und subpleural gelegen sind, ferner längs der Bronchialäste bis in die Bronchialdrüsen am Lungenhilus, welche mehr weniger dunkel von der dahin verschleppten Russkohle gefärbt erscheinen.

Wie die Aufnahme der Fremdkörperchen durch das Epithel geschieht, ist nicht leicht festzustellen. Nach *J. Arnold* erfolgt dieselbe vorzüglich zwischen den Epithelzellen durch die Intercellularräume. Sie geschieht sehr rasch. Durch die Luftwege in die Lunge gelangtes Blut wird — wie *Nothnagel* (in *Virchow*'s Arch. 71. Bd.) nachwies und *Fleiner* bestätigte (Ibid. 112. Bd.) — in wenigen Minuten in die Lymphbahnen übergeführt. Ob die Epithelzellen selbst beim Transporte von Fremdkörperchen betheiligt sind, ist zweifelhaft. Zwar sieht man an jeder frisch zerzupften Lunge zahlreiche, offenbar aus den Alveolen stammende Zellen, welche früher fast allgemein als Epithelzellen betrachtet wurden, mehr weniger vollgepfropft mit schwarzen Körnchen (Staubzellen); an Schnitten liegen solche Zellen theils frei in den Alveolen, theils der Innenfläche dicht angeschmiegt, besonders in den respiratorischen Bronchiolen. Die Staubzellen, welche Kohlenpigment in das Lungengewebe verschleppen, sind wohl sämmtlich keine Epithelzellen, sondern das Epithel durchwandernde Leukocyten. Zu dieser Annahme bestimmten mich besonders die Erfahrungen, welche man an mit Silber injicirten Lungen machen kann, an welchen allein die Contouren der Epithelzellen so deutlich hervortreten, dass ihre Verbindungen gesehen werden können. Freilich ist die Ausscheidung von schwarzen Silberkörnchen ein störender Umstand, aber an vielen Stellen, wo das Epithel scharf zu sehen ist, erscheint die Silberimprägnation gleichmässig lichtbraun und hebt sich dadurch scharf von den dunkelschwarzen Pigmentkörnchen ab. Es ist mir nun nicht gelungen, an den mir von *Koelliker* zur Verfügung gestellten Silberpräparaten vom Hingerichteten *Holleber*, dessen Lunge nur wenig pigmentirt war, zweifellose Pigmentkörnchen in polygonalen Epithelzellen zu sehen; die Zellen, welche schwarze Körnchen enthielten, zeigten runde oder ganz unregelmässige Formen zwischen den polygonalen Epithelzellen und es ist daher wohl der Schluss gerechtfertigt, dass es sich um Wanderzellen handelt, welche im Innern der Bronchioli und Alveolen die Fremdkörperchen aufnehmen und sie dann zwischen den Epithelzellen durchschlüpfend weiter verschleppen.



Fig. 1071.

Leukocyten in geringer Zahl sieht man stets in den Alveolenwänden, ihr massenhaftes Auftreten bei entzündlichen Prozessen soll hier nicht weiter besprochen werden. Die Möglichkeit, dass Epithelzellen selbst amöboid werden, kann nicht direkt widerlegt

Fig. 1071. Von einem Lungenschnitte. *Müller*'s Flüss., Hämat., Eos. Vergr. 530. Losgelöste Zellen von der Innenfläche der Alveolen. *a* Zellen mit Russkörnchen (Staubzellen); *b* Kernlose Epithelzelle.

werden; doch habe ich an den Schnitten von in Sublimat fixirten Lungenstückchen eines Hingerichteten, deren Alveolenwände auffallend viele Wanderzellen enthielten, vergebens nach Mitosen gesucht, die doch vorhanden sein müssten, wenn Epithelzellen in grösserer Zahl ihren Platz verlassen sollten.

Freilich scheint gegen die Verschleppung der Russkohle durch Leukocyten ohne Betheiligung des Epitheles der Umstand zu sprechen, dass im Sputum massenhaft Leukocyten mit schwarzen Körnchen sich finden, die einfach aus den Luftwegen entfernt werden. Allein alle diese Leukocyten stammen wohl aus den gröberen Luftwegen, in welchen in der Regel Russkohle und andere Staubtheile nicht einwandern und zwar vermuthlich deshalb, weil der Flimmerstrom dieselben sammt den damit beladenen Leukocyten nach aussen schaffen kann, während in den feinsten Luftwegen, wo das Flimmerepithel fehlt, die Entfernung von Fremdkörperchen auf andere Weise — durch die Lymphbahnen — geschehen muss. Für weitere Einzelheiten in dieser Frage und die umfangreiche Litteratur dieses Gegenstandes sei insbesondere auf die Monographie von *J. Arnold*: Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase (Leipzig 1885) verwiesen.

§ 271.

Gefässe und Nerven der Lungen. Die Lungen stehen durch ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie zwei theilweise gesonderte Gefässsysteme haben, das der Bronchialgefässe zur Ernährung gewisser ihrer Theile und das der Lungengefässe zur Vollziehung ihrer eigenthümlichen Verrichtung. Die Aeste der *Arteria pulmonalis* folgen so ziemlich den meist unter und hinter ihnen liegenden Bronchien, mit dem Unterschiede, dass sie häufiger sich theilen und daher schneller an Durchmesser abnehmen. Schliesslich gelangt zu jedem sekundären Lungenläppchen ein Zweig, der dann, im Allgemeinen entsprechend der Zahl der kleinsten Läppchen mit den Bronchiolen und Alveolengängen, in noch feinere Zweige sich spaltet und die einzelnen Luftbläschen versieht. Der Verlauf dieser feinsten Lobulararterien, wie man sie nennen kann, ist an eingespritzten, aufgeblasenen und getrockneten Lungen oder solchen, deren Luftwege mit Celloidin gefüllt sind (*W. S. Miller*), zu verfolgen und ergiebt sich, dass dieselben, indem sie zwischen den Alveolengängen hinziehen, nicht nur einen Alveolengang, sondern immer zwei oder selbst drei derselben mit feineren Zweigen versehen. Diese dringen an und zwischen die Luftbläschen, theilen sich, indem sie in den stärkeren elastischen Balken derselben verlaufen, noch mehrfach, verbinden sich auch hie und da, jedoch nicht regelmässig untereinander oder mit Zweigen anderer Lobulararterien, und lösen sich zuletzt in das Kapillarnetz der Lungenbläschen auf. Dieses ist eines der engsten

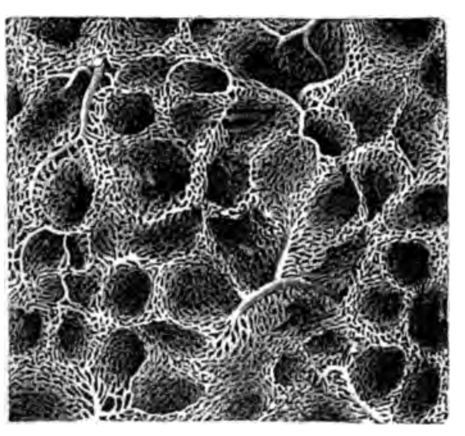


Fig. 1072.

Fig. 1072. Kapillarnetz der Lungenbläschen des Menschen. Vergr. 60.

Netze, die es nur giebt — beim Menschen nach einem feuchten Stücke bestimmt, mit rundlichen oder länglichrunden Maschen von 4,5—18 μ und Gefässchen von 6,7—11 μ —, das ganz oberflächlich in der Wand der Lungenbläschen nach innen von den stärkeren elastischen Balken derselben verläuft und nicht nur über alle Alveolen eines kleinsten Läppchens ohne Unterbrechung sich erstreckt, sondern auch, wenigstens bei Erwachsenen, theilweise mit denen benachbarter Läppchen im Zusammenhange steht. Je nach dem Grade der Ausdehnung der Alveolen sind übrigens die Kapillaren gestreckt oder geschlängelt, ja es können dieselben sogar im letzteren Falle bei starker künstlicher Füllung scheinbar schleifenförmig in die Lichtung der Alveolen hervorragen oder an den Alveolenscheidewänden, wie *F. E. Schulze* hervorhebt, abwechselnd nach der einen und der anderen Seite vorspringen, ohne jedoch wirklich freizuliegen. Sie sind vielmehr, ausser von einer äusserst dünnen, homogenen Schicht der Grundmembran der Alveolen, in welcher sie eingebettet sind, noch von Epithel und zwar vorzüglich von den dünnen, kernlosen Plattenzellen (siehe § 269) überzogen. Trotz dieses doppelten Ueberzuges ist die Dicke der Schicht, welche das Blut der Kapillaren von dem lufthaltigen Hohlraume der Alveole trennt, kaum 1 μ dick. Die Lungenvenen entstehen aus dem eben erwähnten Kapillarnetze mit Wurzeln, die, oberflächlicher als die Arterien, mehr äusserlich an den kleinsten Läppchen liegen, dann für sich zwischen denselben in die Tiefe verlaufen und mit anderen Lobularvenen zu grösseren Stämmchen sich vereinen, die zum Theil mit den Arterien und Bronchien, zum Theil mehr für sich durch das interlobuläre Gewebe ziehen.

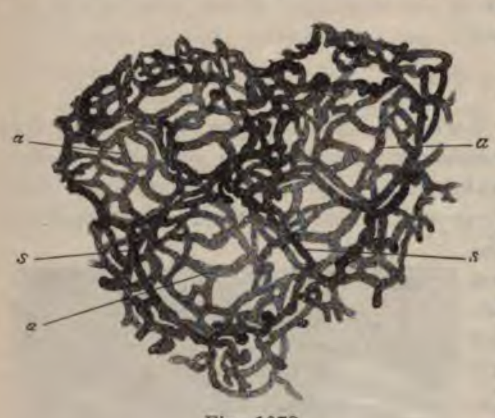


Fig. 1073.

Die Ausbreitung der Bronchialarterien findet sich an den grösseren Bronchien, deren Gefässe wie in der Trachea sich verhalten, an den Lungenvenen und Arterien, von denen namentlich die letzteren ein äusserst reichliches Gefässnetz besitzen, das bis zu Aestchen von $^1/_3$‴ und darunter sich verfolgen lässt, an den Lymphdrüsen der Lunge, in dem interlobulären Bindegewebe, das sehr reichlich versehen ist (s. *Heale*, S. 62. Fig. B. Nr. 4 *a* u. *b*), endlich in der *Pleura pulmonalis*, für die die Aestchen zum Theil schon am Hilus und in den Einschnitten zwischen den Hauptlappen abgehen, zum Theil auch von den die Bronchien begleitenden Gefässen aus zwischen den sekundären Läppchen hervorkommen. Uebrigens gehen auch an den Lungenbändern kleine Gefässe der Brustwandarterien zur *Pleura pulmonalis*, auf die auch *Turner* aufmerksam gemacht hat (Brit. a. for. med.-chir. Review 1865). Die Bronchialarterien

Fig. 1073. Schnitt von einer Lunge mit injicirten Blutkapillaren. Vergr. 200. *a* Kapillarnetz am Boden, *s* an den Seitenwänden der Alveolen.

anastomosiren mit ziemlich dicken Zweigen (bis 0,5 mm), mit Zweigen der Lungenarterien, wie *Ruysch* entdeckte und neuerdings *E. Zuckerkandl* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien. 87. Bd. 1883) mit Rücksicht auf die bestehenden Kontroversen genauer feststellte. Die Anastomosen sind theils oberflächliche, vorzüglich mit den an der Innenfläche der Lunge in der Pleura verlaufenden Zweigen der Bronchialarterien, theils tiefe, mit den Bronchialverzweigungen der Lungenarterie von deren sekundären Aesten an.

Die Bronchialvenen haben einen viel geringeren Verbreitungsbezirk als die Bronchialarterien und ergiessen sich grossentheils in die Lungenvenen (*Rami bronchiales V. pulm.*), mit welchen selbst, wie *E. Zuckerkandl* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien. 84. Bd. 1881) nachwies, aus den Bronchialästen I. Ordnung und aus den Bronchen kommende Venen anastomosiren. Ein Theil des von den Bronchialvenen gesammelten Blutes aus den grösseren Bronchialästen, den Lymphknoten und der Pleura wird jedoch in die *Vena azygos* beziehungsweise *V. hemiazygos* abgeführt. Bezüglich der mannigfachen Verbindungen der Lungenvenen mit den Bronchialvenen und den Venen des hinteren Mittelfellraumes, muss auf die Originalabhandlung von *Zuckerkandl*, sowie auf die anatomischen Handbücher verwiesen werden.

Die Lymphgefässe der Lunge, von welchen man oberflächliche und tiefe unterscheiden kann, sind sehr zahlreich. Erstere bilden ein reichliches, unter der Pleura gelegenes und mit den Lymphgefässen derselben zusammenhängendes Netz, das der Lungenoberfläche dicht anliegt und mit 4—5 klappenführenden Stämmchen in die Lymphknoten der Lungenwurzel sich ergiesst. Die tiefen Lymphgefässe nehmen ihren Ursprung aus der Schleimhaut der Bronchien und aus den Gefässwänden. In den gröberen Bronchialästen verhalten sich die Lymphgefässe der Schleimhaut wie in der Trachea, auch in den feineren Bronchialzweigen lassen sich noch Lymphgefässe nachweisen; nicht mehr aber in den Alveolengängen, wie *W. S. Miller* (in Anat. Anz. XII. Bd. 1896) und *Teichmann* (in Anzeig. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau, Oktober 1896) angeben, während *Wywodzoff* an den Wandungen der Alveolen selbst, Lymphräume, welche die Blutkapillaren kreuzen, gefunden zu haben glaubte. Ueber die terminalen Bronchiolen hinaus lassen sich nach *W. S. Miller* (l. c.) Lymphgefässe nur mehr längs der Arterien und Venen und zwar längs der ersteren meistens ein Rohr, längs der Venen gewöhnlich zwei Röhren nachweisen, welche unter sich und mit den subpleuralen Lymphgefässnetzen zusammenhängen. Die Stämme der tiefen Lymphgefässe verlaufen mit den Gefässen und Bronchien gegen die Lungenwurzel und stehen wie die oberflächlichen mit Lymphknoten in Beziehung. An den oberflächlichen finden sich subpleurale Lymphknötchen (siehe § 270).

Die tiefen Lymphgefässe treten mit den Lymphknoten an den Bronchien (*Lympho-glandulae pulmonales*) in Beziehung und ergiessen sich schliesslich, wie die oberflächlichen Lymphgefässe in die grossen Lymphknoten der Lungenwurzel *Lympho-glandulae bronchiales*). Nach *E. Klein* (in The Anat. of Lymphatic Syst. Vol. II. London 1875) sollen sowohl in dem Epithel der Bronchialschleimhaut, als in jenem der Lungenpleura sich *Stomata* finden, welche in Lymphräume führen. *W. S. Miller* (l. c.) konnte dieselben nicht auffinden und ich habe ebenfalls vergeblich nach solchen gesucht.

Die **Nerven** der Lungen stammen vom Vagus und Sympathicus, bilden den schwächeren *Plexus pulmonalis anterior* und den stärkeren *Pl. posterior* und verbreiten sich nach *Koelliker* (Mikrosk. Anat. II. 2. S. 319) vorzüglich mit den Bronchien und der *Arteria pulmonalis*, begleiten aber auch hie und da die Lungenvenen und die *Vasa bronchialia*, während nach *Berkley*'s neueren Untersuchungen gerade die Bronchialarterien viel reichlichere Nerven erhalten sollen, als die Lungenarterien. Die Nervengeflechte sind auch im Innern der Lunge mit mikroskopischen Ganglien versehen; über ihre Endigungen haben erst die neueren Untersuchungsmethoden einigen Aufschluss gebracht.

H. Berkley fand bei Thieren (Ratte etc.) nach Chromsilberimprägnation in der Faserhaut der Bronchien einen reichen Nervenplexus, aus welchem einerseits die Muskeln, anderseits die Schleimhaut versorgt werden. In den kleinen Bronchien, nicht aber in den grossen konnte *Berkley* aus dem subepithelialen Plexus sich verästelnde terminale Nervenfäden ins Epithel verfolgen. *Retzius* sah an der Lunge eines 15 cm langen Menschenembryo mittelst der *Golgi*-Methode die Nerven bis an die terminalen Verzweigungen der Bronchien, jedoch nicht bis an die blinden Enden derselben; *Berkley* fand bei Thieren ein reiches interalveoläres Nervengeflecht; es ist jedoch über die Endigung der Nerven an den Alveolen und ihre Beziehungen zum respiratorischen Epithel nichts Sicheres bekannt. Dass ein überwiegender Theil der Nerven der Lunge für die glatte Muskulatur der Bronchien und der Blutgefässe bestimmt ist, findet *Retzius* durch seine Untersuchungen bestätigt.

Eigenthümliche knäuelartige Nervenendigungen, welche aus markhaltigen Nervenfasern hervorgehen, beschrieben *Cuccati* und fast gleichzeitig *Smirnow* an den Muskelbalken der Froschlunge nach Präparaten, die mit Methylenblau hergestellt waren.

Für die Untersuchung der Luftwege sind aufgeblasene und getrocknete Lungen (es ist besser, an einer aufgeblasenen Lunge ein Ende abzuschnüren und für sich zu trocknen) oder Corrosionspräparate, oder mit ungefärbter Masse (Wachs und Terpentin), sowie mit Quecksilber gefüllte Lungen in früherer Zeit viel verwendet worden, und wird man an diesen nach einer Reihe von Untersuchungen zu einem bestimmten Ziele kommen. In neuerer Zeit wurde von *W. S. Miller* (l. c.) Celloidin angewendet. Vor der Füllung der Bronchien muss man die Luft durch die Luftpumpe ausziehen, zu welchem Ende man auch, jedoch weniger passend, eine gut schliessende Spritze verwenden oder bei kleinen Thieren die Luft vermittelst einer Glasröhre mit dem Munde ausziehen kann. *Hansemann* (l. c.) empfiehlt die Thiere in Kohlendioxyd zu tödten und nach einiger Zeit die Lunge auszuschneiden, die dann bald atelektatisch wird. Die Füllung der Blutgefässe gelingt leicht und sind feucht aufbewahrte, theils mit undurchsichtiger Masse, theils nach dem Vorgange von *Schröder* und *Harting*, mit durchsichtigen Substanzen (Berlinerblau z. B.) eingespritzte Stücke getrockneten vorzuziehen. — Die Lungenbläschen und Bronchien kann man nach den neueren Fixirungs- und Färbemethoden untersuchen. Will man die Alveolen untersuchen, so hat man vorher die Luft sorgfältig zu entfernen. Am schönsten sind dieselben beim Menschen, bei dem auch die übrigen Theile alle, wie Knorpel, elastische Elemente, Muskeln, Drüsen, leicht zugängig sind. Zur Darstellung des **Epithels** spritzt man am besten nach Entfernung der Luft Höllensteinlösung von $^1/_4$—$^1/_2$% mit oder ohne Leim ein und wendet nachher ein Kernfärbemittel an. Bei Amphibien ist es zweckmässig, vorher die Blutgefässe durch Durchspritzen von Wasser von dem Blute zu befreien und dann mit farblosem Leim zu füllen. Auch beachte man, dass hier das Silber fast immer transsudirt und neben dem Epithel der Alveolen auch die Epithelien der Kapillaren und der Pleura die Silberwirkung zeigen. Die dreierlei Epithelien sind jedoch in Grösse und Form der Zellen so verschieden, dass bei einiger Vorsicht keine Täuschung möglich ist.

Litteratur der Lungen.

M. Malpighi, De pulmonibus epistolae II ad Borellum, Bonon. 1661; *E. D. Reisseisen*, Ueber den Bau der Lungen, eine gekrönte Preisschrift, Berlin 1822; *J. Moleschott*, De Malpighianis pulmonum vesiculis, Heidelberg 1845, Diss. und Ueber die letzten Endigungen der feinsten Bronchien, in den Holländischen Beiträgen I, S. 7 und in s. Unters. z. Naturl. VI, S. 385; *Rossignol*, Recherches sur la structure intime du poumon., Brux. 1846; *A. Adriani*, De subtiliori pulmonum structura, Traj. ad Rhen. 1847, Diss.; *H. Cramer*, De penitiori pulmonum hominis structura, Berol. 1847, Diss.; *Köstlin*, Zur normalen und pathologischen Anatomie der Lungen, in Gries. Arch. 1848, Heft IV, S. 292 und 1849, Heft II, S. 167; *E. Schultz*, Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum, c. tab. Dorpati Liv. 1850, Diss.; *Beale*, On the bloodvessels of the lungs, in Monthly Journ. 1852, p. 454; *A. Ecker*, Icon. phys. Tab. X, XI; *G. Rainey*, On the epithelium of the aircells, in Brit. and for. med. chir. Review. Oct. 1855, p. 491; *F. Williams*, Epithelium of the aircells, in Med. Tim. and Gaz. 1855, p. 361; *A. Biermer*, Die Lehre vom Auswurf, Würzburg 1855; *C. Radclyffe Hall*, On the epithelium of the air vesicles of the human lung, in Brit. and for. med.-chir. Review, July 1857; *A. T. Houghton Waters*, The anatomy of the human lung, London 1860; *L. le Fort*, Rech. de l'Anatomie du poumon chez l'homme, Paris 1859; *Deichler*, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. X, S. 195 und Beitr. zur Histologie des Lungengewebes, Gött. 1861; *Munk*, in d. Deutschen Klinik, 1862, Nr. 8 und *Virchow's* Arch. XXIV, S. 603; *Eberth*, Der Streit über das Epithel der Lungenbläschen, in *Virchow's* Arch. Bd. XXIV, S. 503 und: Ueber den feineren Bau der Lungen, in Zeitschr. f. wiss. Zool XII; *J. N. Heale*, A treatise of the phys. anatomy of the lungs, Lond. 1862; *Zenker*, Beitr. zur norm. u. path. Anat. d. Lunge, Dresden 1862; *E. Wagner*, in Arch. f. Heilk. 1862, S. 383; *Remak*, in Deutsch. Klinik 1862, Nr. 20; *H. Hertz*, in *Virchow's* Arch. XXVI, S. 459; *J. Arnold*, Ebend. XXVII, S. 396 und XXVIII, S. 433; *A. Colberg*, Obs. d. pen. pulm. struct. Halis 1863; *N. Chrzonszczewsky*, in Würzb. med. Zeitschr. IV, S. 206, und *Virchow's* Arch. Bd. XXXV, S. 165; *E. Elenz*, Ueber das Lungenepithel, Würzb. 1864, auch in Würzb. nat. Zeitschr. V, S. 66, mit Nachtrag von *Eberth*; *Wywodzoff*, in Wien. med. Jahrb. XI, S. 3 (Lymphgefässe); *T. Bakody*, in *Virchow's* Arch. Bd. XXXIII, S. 264; *G. Piso-Borme*, in Arch. di Zoologia etc. Vol. III, 1864 (glatte Muskeln); *H. Hirschmann*, in *Virchow's* Arch. Bd. XXXVI, S. 335 (glatte Muskeln); *Koschlakoff*, in *Virchow's* Arch. Bd. XXXVI, S. 178 (Lungenpigment); *Dybkowsky*, in den Ber. d. sächs. Akad. 1866, S. 192 (Lymphgefässe der Pleura); *F. E. Schulze*, Die Lungen, in *Stricker's* Handb. d. Lehre von den Geweben, S. 464; *Aufrecht*, Ueber das Epithel der Lungenalveolen, in Centralbl. f. d. med. Wiss. 1875, S. 341; *Küttner*, Studien über das Lungenepithel, in *Virchow's* Arch. 66. Bd. 1876, S. 12; *Derselbe*, Beitrag zur Kenntniss der Kreislaufsverhältnisse der Säugethierlunge, Ibid. 73. Bd. 1878, S. 476; *Grancher*, Note sur le lymphatiques de poumon, in Gaz. méd. de Paris 1877, S. 103; *L. Stieda*, Einiges über Bau und Entwicklung der Säugethierlungen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 30. Bd. Suppl.; *v. Wittich*, Ueber die Beziehungen der Lungenalveolen zum Lymphsystem, in Mittheil. aus dem Königsberger physiol Laboratorium 1878, S. 1 und in *L. Hermann's* Handb. d. Physiol. V. Bd. II. Th., S. 267; *J. Arnold*, Ueber das Vorkommen lymphatischen Gewebes in den Lungen, in *Virchow's* Arch. 80. Bd. 1880, S. 315; *A. v. Koelliker*, Epithel der menschlichen Lungenalveolen, in Sitzber. d. phys.-med Ges. zu Würzburg 1880; *Derselbe*, Zur Kenntniss des Baues der Lunge des Menschen, in Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg N. F. 16. Bd. 1881, S. 1; *E. Zuckerkandl* (Blutgefässe, siehe Text); *Jalan de la Croix*, Die Entwicklung des Lungenepithels, in Arch. f. mikrosk. Anat. 22 Bd. 1883, S. 93; *J. Arnold*, Untersuch. über Staubinhalation und Staubmetastase, Leipzig, Vogel, 1885; *Laguesse*, Recherches sur le développement embryonnaire de l'epithelium dans les voies aériennes, in Journ. de l'anatomie et de la physiol. 1886, S. 211; *M. Sussdorf*, Respirationsapparat, in *Ellenberger*, Vergl. Histol. d. Haussäugethiere, Berlin 1887; *Cuccati*, (Nervenendigungen in den Lungen der Amphibien), in Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol., V. Bd., 5. Heft, S. 194 (Frosch) und VI. Bd., 7. Heft, S. 237 (Triton); *A. Smirnow*, Ueber Nervenendknäuel in der Froschlunge, in

Anat. Anz. III. Jahrg. 1888, S. 258; *Mondio*, Contributo allo studio delle terminazione nervose nei polmoni dei batraci etc., in Giornale di assoc. Napol. di medici e naturalisti 1892 anno 11 S. 358; *G. Retzius*, in Biolog. Unters. N. F. V. Bd. S. 41 (Nervenendigungen); *H. Berkley*, The intrinsic pulmonary nerves etc., in Journ. of compar. Neurology from Pathol. laborat. of Johns Hopkins Univers. and Hospital 1893 S. 107 und in Johns Hopkins Hospital Reports 1894, Vol. IV, S. 240; *W. S. Miller*, The structure of the lung, in Journ. of morph. 1893, Vol. VIII, S. 195 und Proced. of the americ. association for the advanc. of Science 42 Meeting 1893—94, S. 232; *M. Baer*, Beiträge zur Anat. u. Physiol. der Athemwerkzeuge der Vögel, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 61. Bd., S. 420; *E. Laguesse* et *A. D'Hardiviller*, Sur la topographie du lobule pulmonaire, in Bibliogr. anatomique, fasc. 3, année 1898.

Von der Schilddrüse.

§ 272.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea* (*Corps thyroide* der Franzosen) ist eine sogenannte Drüse ohne Ausführungsgang, die sich in einer eigenthümlichen Weise anfänglich nach Art einer echten Drüse entwickelt. Sie geht einerseits, wie *Remak* zuerst für das Hühnchen, *Koelliker* für das Kaninchen nachwies, aus einer auf der ventralen Seite der Mundrachenhöhle in der Medianlinie gelegenen Ausstülpung des entodermalen Epithels hervor, welche sich an den Theilungswinkel der primitiven Aorta anlegt, anderseits aus einer paarigen Anlage in der seitlichen Kiemenregion, die *Wölfler* und *Stieda* zuerst bemerkten und zwar, wie *Born* genauer bestimmte, aus dem Epithel der vierten Kiemenspalte. Den Antheil, welchen diese beiderlei Anlagen an dem definitiven Aufbau der Schilddrüse nehmen, genau zu bestimmen, ist bis heute noch nicht gelungen, doch scheint die Hauptmasse der Drüse aus der medianen Anlage hervorzugehen, welche jedenfalls nicht bloss den Isthmus und den sekundär auftretenden *Lobus pyramidalis* (*Lalouette*), sondern auch einen grossen Theil der Seitenlappen bildet. Ob aus der paarigen Anlage überhaupt typisches Schilddrüsengewebe sich bildet, ist durch die neuesten Untersuchungen von *Verdun* zweifelhaft geworden. Die epitheliale Anlage der Schilddrüse bildet zunächst ein System netzartig verbundener solider Stränge, die sekundär durch Wucherungen des mittleren Keimblattes in einzelne für sich bestehende Epithelhäufchen zerlegt werden, die erst weiterhin zu blasigen Gebilden werden, deren Wand von einer einfachen Lage cylindrischer oder kubischer Zellen ausgekleidet ist. Entsprechend der in kurzen Zügen geschilderten Entwicklung besitzt also die Schilddrüse Hohlräume, welche von einem echten Epithel ausgekleidet sind, die aber nicht, wie bei einer echten Drüse, zu einem Ausführungsgange sich vereinigen, der an der Stelle, von welcher die Drüse den Ausgangspunkt ihrer Entwicklung nahm, an der Oberfläche der Schleimhaut sich öffnet, sondern völlig von einander isolirt im Bindegewebe liegen. Doch hält *His* einen blind geschlossenen Gang (*Ductus lingualis*), der von der Gegend des *Foramen caecum* der Zunge gegen das Zungenbein zieht und der in wechselnder Ausbildung sich finden kann, als Rudiment eines Ausführungsganges der Schilddrüse (*Ductus thyreoglossus*, s. S. 67 u. 68).

Vermöge der durch die Entwicklung gegebenen nahen Verwandtschaft mit einer echten Drüse zeigt die Schilddrüse auch in ihrem gröberen Aufbaue Aehn-

lichkeit mit einer solchen. Die von einer Faserhaut umhüllten Hauptlappen zerfallen zunächst in kleinere, von stärkeren bindegewebigen Scheidewänden gebildete Abtheilungen, die ihrerseits wieder in kleinere und kleinste Läppchen zerfallen, welche letztere von rundlicher, länglicher oder abgerundet vieleckiger Gestalt einen Durchmesser von 0,5—1 mm haben und die Drüsenkörner (*Acini*) der älteren Autoren darstellen. Diese kleinsten Läppchen enthalten nun jedes eine grössere Zahl von Drüsenbläschen oder Follikeln von wechselnder Grösse (45 bis 110 μ *Koelliker*, 80 bis 220 μ *Ch. Simon*) und Form. Die Bläschen sind keineswegs immer kugelig, sondern häufig länglich oder gleichen blind geschlossenen Schläuchen, zeigen nicht selten ein- oder mehrfache seitliche Ausbuchtungen und hängen öfter auch zu mehreren unter einander zusammen, wie insbesondere *O. Zeiss* (in Mikroskop. Untersuchungen über den Bau der Schilddrüse. Strassburg 1877. Dissert.) und *Streiff* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 48. Bd.) ausführlich darlegten. Doch giebt es neben solchen verästelten Hohlräumen sicherlich in Mehrzahl rundliche Blasen und es ist daher wohl nicht zulässig — wenn man nicht unzutreffende Vorstellungen erwecken will — die Schilddrüse als tubulöse Drüse zu bezeichnen. Neben den Follikeln enthält auch noch die Schilddrüse des Erwachsenen in vielen Läppchen solide Stränge und Nester von Epithelzellen, wie sie während der Entwicklung in Mehrzahl gefunden werden, wobei jedoch zu bemerken ist, dass bei älteren Embryonen, wie beim neugeborenen Kinde, schon zahlreiche ausgebildete Follikel vorkommen.

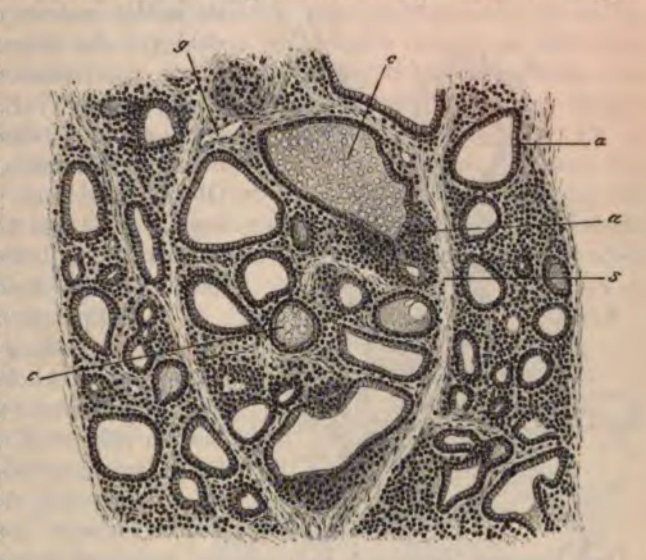


Fig. 1074.

§ 273.

Feinerer Bau der Schilddrüse. Die Faserhaut und das interlobuläre Bindegewebe besteht aus leimgebenden Bindegewebsbündeln, welchen zahlreiche, netzartig verbundene elastische Fasern beigemengt sind. Das Bindegewebe, überall Träger reichlicher Blut- und Lymphgefässe, dringt auch in das Innere

Fig. 1074. Schnitt durch die Schilddrüse eines 23jähr. Hingerichteten. *Müller*'s Flüss., Hämat., Eosin. Vergr. 85. *a* Epithel der Follikel, theils im Profil, theils in der Aufsicht; *c* Vacuolisirtes Colloid einzelne Follikel erfüllend; *g* Vene; *s* Bindegewebssepten zwischen den kleinsten Läppchen

der kleinsten Läppchen ein, bildet aber dort einen an Masse untergeordneten Bestandtheil und enthält nur mehr sehr spärliche elastische Fäserchen, nach *Sacerdotti* sollen sie hier sogar ganz fehlen. Das gefässhaltige Bindegewebe umschliesst direkt das Epithel der Follikel; eine *Membrana propria*, wie man sie in den meisten echten Drüsen findet, obwohl von den älteren Autoren angenommen, wurde von späteren Untersuchern (*Zeiss*, *Langendorff*, *E. Schmid* u. A.) vergeblich gesucht. Jedenfalls fehlt ein für sich isolirbares Häutchen, doch ist eine homogene Oberflächenschicht, wie sie an der Grenze des Bindegewebes überall sich findet und in welcher die Fibrillen sich verlieren, auch hier unter dem Epithel vorhanden.

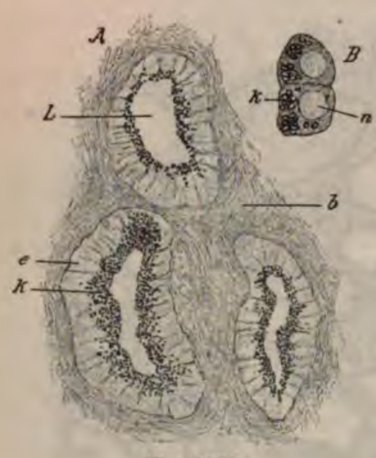


Fig. 1075.

Die Epithelzellen der Follikel sind von ziemlich regelmässig polygonaler Form, 9 bis 13 μ gross, bald höher als breit, bald niedriger, mehr platt, letzteres nach *E. Schmid* namentlich im höheren Alter. In Follikeln jugendlicher Individuen zeigen die Zellen gewöhnlich eine ausgesprochene Cylinderform, d. h. sie sind mindestens doppelt so hoch als breit. Doch kommen Nester von Follikeln mit auffallend hohen Zellen auch bei älteren Individuen vor (Fig. 1075). Frisch untersucht zeigen die meisten Epithelzellen in der Schilddrüse des Menschen — namentlich aber fast regelmässig jene, welche in Follikeln sich finden, die festes Colloid (siehe unten) enthalten — eine wechselnde Zahl rundlich eckiger, kleiner oder grösserer Körnchen, welche vorzüglich die dem Hohlraume des Follikels zugewendeten Seiten der Zellen einnehmen (Fig. 1075). Die Körnchen sind stark lichtbrechend, oft zu Gruppen zusammengebacken und zeigen eine eigenthümliche, grünlich-graue Färbung im durchfallenden Lichte, welche von dem Korrektionszustande des Mikroskopes unabhängig zu sein scheint, da sie eben so wohl mit gewöhnlichen Objektiven, als mit Apochromaten gesehen wird. In Kochsalzlösung isolirt schwimmen die Körnchen wie Fett und sie färben sich in Ueberosmiumsäure braun bis schwarz. Sie scheinen demgemäss eine eigenthümlich gefärbte, fettartige Substanz zu enthalten. Ausser diesen stark lichtbrechenden Körnchen enthält das Protoplasma der Zellen noch zahlreiche kleine, schwach lichtbrechende, anscheinend kugelige Granula. Bei Thieren fehlen die

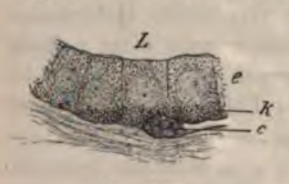


Fig. 1076.

Fig. 1075. *A* Schnitt von der Schilddrüse des Erwachsenen. Aus einem Läppchen mit Alveolen, die auffallend hohe Epithelzellen zeigen. Alkohol. Vergr. 220. *L* Lichtung der Alveole; *b* Bindegewebe; *e* Epithelzellen; *k* Innere Körnchenzone. *B* Zwei Epithelzellen einer Schilddrüsenblase frisch in $^3/_4$ % NaCl isolirt im Profil gesehen. Vergr. 560. *k* Körnchen der Innenzone; *n* Zellkern.

Fig. 1076. Von einem Schnitte durch die Schilddrüse einer Ratte. Osmiumpräp. Vergr. 530. *L* Lichtung der Alveole; *c* Blutkapillare mit Blutkörperchen; *e* Epithelzellen mit ihren Kernen im Profil; *k* Aeussere Körnchenzone.

fettartigen Körnchen oft fast gänzlich und die Zellen zeigen dann, bei schwächeren Vergrösserungen, frisch ein fast homogenes Ansehen; bei stärkeren Vergrösserungen lassen sich jedoch auch dann kleine blasse Körnchen wahrnehmen. An in Osmiumsäure fixirten Drüsen sind die Körnchen deutlich und mitunter auffallend dicht an dem basalen, den Blutkapillaren zugewendeten Ende der Zellen angeordnet (Fig. 1076). Abgesehen von dem wechselnden Gehalte an Körnchen und deren Grösse und Anordnung sind die Zellen der Schilddrüsenblasen von einerlei Art; Gegensätze, wie man sie an frischen Objekten etwa zwischen Haupt- und Belegzellen des Magens u. s. w. bemerkt, sind nicht vorhanden. An in Säuregemischen fixirten und nach *Ehrlich-Biondi* gefärbten Objekten von Thieren hat *Langendorff* Hauptzellen und Colloidzellen unterschieden, von welchen die ersteren ungefärbt, die letzteren roth mit grünen Kernen erscheinen. Diese Unterschiede können mit Rücksicht auf den Befund am frischen, sowie ohne Säuren fixirten Objekte, nicht auf zweierlei, specifisch verschiedene Zellen bezogen werden. An Sublimatpräparaten erkennt man in den Zellen eine wabige oder fein netzartige Struktur, wobei die Wabenräume oder Netzmaschen, deren Inhalt man auch als Tropfen oder Körnchen auffassen kann, in einem Theile der Zellen sehr eng, in der Mehrzahl derselben relativ weiter sind; erstere Zellen färben sich in Eosin ziemlich lebhaft roth, letztere nur blass. Nach Härtung in *Müller*'s Flüssigkeit zeigen die Zellen ebenfalls eine Wabenstruktur und in der Profilstellung eine mehr weniger deutliche Längsstreifung und nach Färbung mit Eosin und Hämatoxylin gut sichtbare Schlussleisten zwischen den leicht vorgequollenen, oft wie zerflossen erscheinenden inneren Zellenenden, deren Körper ähnliche Differenzen in der Struktur und in der Färbung zeigen, wie die Sublimatpräparate. Die Zellkerne sind überall von fast kugeliger Form und zeigen an mit wässeriger Ueberosmiumsäure behandelten Drüsen ein fast homogenes Ansehen und ein deutliches Kernkörperchen, an Sublimatpräparaten ein dichtes feines Chromatinnetz, in dessen Knotenpunkten vorkommende Verdickungen dasselbe wie aus Körnchen zusammengesetzt erscheinen lassen. Die Kerne stehen, in Profilstellung gesehen meistens in einer Reihe; selten erscheinen einzelne Kerne mehr gegen den Hohlraum der Drüsenblasen gerückt, oder durch bedeutenderen Umfang von den übrigen verschieden. Wie in anderen Drüsenepithelien sind Mitosen nur bei jugendlichen Individuen zu finden (*E. Schmid*). Nach *Zimmermann* (in Arch. f. mikr. Anat. 52. Bd. S. 656) findet man an den Zellen der Schilddrüse regelmässig dicht an der freien Oberfläche ein doppeltes Centrosoma. Manchmal sind einzelne Zellen im Innern der Follikel, auch an

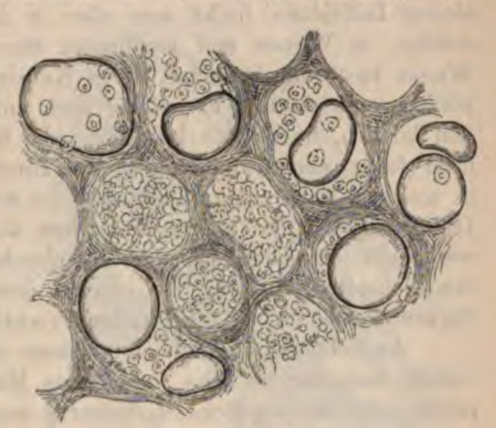


Fig. 1077.

Fig. 1077. Drüsenblasen der *Thyreoidea* mit Colloid. Vergr. 50.

völlig normal erscheinenden Drüsen enthalten; doch ist dies im Ganzen selten. An solchen losgelösten Zellen kann man auch häufig eine geringere Färbbarkeit der Kerne bemerken. Leukocyten kommen, so weit ich sehe, im Epithel normaler Drüsen nicht vor und kann man die gelegentlich im Hohlraume der Drüsenblasen enthaltenen Zellen vermöge ihres Aussehens nur als abgestossene Epithelzellen betrachten.

Der Hohlraum der Follikel ist von einer eigenthümlichen Substanz erfüllt, welche man zu den Proteiden zählt und als Colloid zu bezeichnen pflegt. Doch ist hervorzuheben, dass scharfe chemische Charaktere für das Colloid nicht bekannt sind und sich diese Bezeichnung mehr auf gewisse morphologische Eigenschaften des eingedickten Inhaltes der Schilddrüsenfollikel, als auf seine chemische Beschaffenheit bezieht. Bei jugendlichen Individuen mit normalen Drüsen hat der Follikelinhalt vorwiegend eine ziemlich dünnflüssige Beschaffenheit. Bei älteren Individuen findet man aber in der Regel in vielen Blasen eine durchsichtige, in Wasser und verdünnten Säuren unlösliche, das Licht stärker als Wasser brechende Substanz, deren Konsistenz *Ecker* mit jener gekochter Sagokörner vergleicht und in welcher auch einzelne oder mehrere Zellen eingeschlossen sein können, was jedoch keineswegs die Regel ist. Die Masse kann aber auch noch fester werden und muschelige Bruchflächen zeigen. Wie *G. Günther* in meinem Laboratorium gefunden (in Sitzb. d. k. Akad. in Wien. 105. Bd. 1896), kommen bei älteren Individuen auch Ausscheidungen von Krystalloiden von meist oktaëdrischen, dem rhombischen Systeme angehörenden Formen in den Colloidtropfen vor, die sich in ihren Reaktionen gegen Reagentien und Farbstoffe wie feste Colloidsubstanz verhalten.

An Schnitten in Alkohol erhärteter oder fixirter Schilddrüsen erscheint das Colloid entweder als eine vakuolisirte Masse, welche den Follikel gleichmässig erfüllt, oder als ein lockeres, netzartig angeordnetes Gerinnsel, wenn der Inhalt sehr dünnflüssig war, oder es fehlt auch — namentlich an Präparaten jugendlicher Individuen, welche in *Müller*'s Flüssigkeit gehärtet wurden — jeglicher sichtbarer Inhalt (Fig. 1074, die Mehrzahl der Follikel). Ist der Blaseninhalt konsistenter, so erscheint das Colloid als eine mehr homogene Masse, die jedoch — namentlich an Alkohol- und Sublimatpräparaten — den Follikel nicht völlig ausfüllt, sondern in Folge von Schrumpfung von der inneren Epithelfläche grösstentheils losgelöst ist und an der Oberfläche durch Vakuolisirung wie schaumig aussieht, oder auch mit zahlreichen Buchten und Zacken bedeckt ist, die durch das Platzen oberflächlicher Vakuolen entstanden sein mögen. Nicht selten sieht man im Innern kleiner Follikel eine einzige grosse Vakuole im Colloidtropfen. Obwohl alle diese Bilder zweifellos erst in Folge der angewendeten Härtungsmittel entstehen, so geben sie doch dem Colloid ein ziemlich charakteristisches Ansehen. Das in Sublimatgemischen fixirte Colloid ist in hohem Maasse färbbar in sogenannten sauren Anilinfarben, insbesondere in Eosin und zwar begreiflicherweise um so mehr, je dichter das Colloid ist. Die Farbe, welche das Colloid in Eosin annimmt, gleicht nahezu jener, welche die rothen Blutkörperchen zeigen und sticht durch ihren mehr ins Orange ziehenden Ton lebhaft von der Rosafärbung des umgebenden Gewebes ab. Bei der Färbung nach *Van Gieson* mit Pikrinsäure und Fuchsin nimmt das Colloid, wie auch das Fibrin, einen orangerothen Ton an und unterscheidet sich hierdurch, wie *Ernst* (in *Virchow*'s

Arch. 130. Bd.) zeigte, von dem Hyalin, das leuchtend fuchsinroth wird. Dagegen bleibt das Colloid in basischen Anilinfarben, Hämatoxylin und specifischen Schleimfärbemitteln (Mucikarmin etc.), sowie in Orcein ungefärbt.

Die Herkunft des Colloides aus den Epithelzellen der Follikel ist wohl nicht zu bezweifeln. Die Epithelzellen zeigen alle Charaktere echter Drüsenzellen und wie bei diesen geht wohl das Sekret aus specifischen Körnchen, welche in dem wabig oder netzartig gebauten Protoplasma sich bilden, hervor. Nähere Angaben über den Sekretionsvorgang haben zuerst *Langendorff* und in neuerer Zeit *Andersson*, *Bozzi*, *Galeotti*, *Hürthle*, *L. R. Müller* und *E. Schmid* gemacht, auf welche hiermit verwiesen sei.

Die Blutgefässe der Schilddrüse sind bekanntermassen ungemein zahlreich. Der an der Oberfläche des Organes gelegene reiche Arterienplexus giebt in die Scheidewände der Läppchen zahlreiche Aeste ab, welche bis in ihre feinen Verzweigungen eine kräftige Muskelhaut besitzen. Da und dort finden sich, wie *M. B. Schmidt* (in *Virchow*'s Arch. 137. Bd.) angiebt, und ich bestätigen kann, an den feineren Arterien hügelartig gegen die Lichtung vorspringende Verdickungen, welche vorzüglich der Innenhaut angehören und zahlreiche Zellkerne erkennen lassen (Zellknospen, *Schmidt*).



Fig. 1078.

Die Kapillaren — spärlich im interlobulären Gewebe — bilden im Innern der Läppchen ungemein reiche, zierliche Netze um die Drüsenbläschen, welche häufig für die trennende Scheidewand zweier Bläschen gemeinsam sind, ähnlich jenen der Lungenbläschen, aus denen dann die Venen hervorgehen. Die Blutkapillaren sind oft, namentlich dort, wo sie wirtelartig zu Venen sich vereinigen, so weit, dass zwei bis drei Blutkörperchen neben einander Platz finden und liegen der Aussenfläche der Epithelzellen der Drüsenblasen dicht an, ja dringen stellenweise so zwischen dieselben vor, dass mehr als zwei Drittel der Wand von den Epithelzellen umfasst werden. Bei Thieren (Katzen, Kaninchen, Ratte) beschreibt *Zeiss* an Injektionspräparaten seitliche, blinde, knotige Ausbuchtungen der Kapillaren, die ich jedoch beim Menschen nicht finden konnte.

Die feineren Venen sind sehr dünnwandig, entbehren fast vollständig der Muskeln und erscheinen wie von Endothel ausgekleidete, im interlobulären Bindegewebe ausgegrabene Röhren. Doch kommt denselben, wie Orceinpräparate lehren, eine zarte elastische Innenhaut zu.

Fig. 1078. Schnitt von einer injicirten Schilddrüse. Vergr. 140. *a* Alveolen (Epithel nicht dargestellt); *c* Kapillarnetz im Profil, *c'* in der Aufsicht; *c''* Einfaches Kapillarnetz an der Grenze zweier Alveolen; *v* Venenstämmchen.

Die Lymphgefässe von *Frey*, *Boëchat*, *Baber*, *Zeiss* u. A. bei Thieren mikroskopisch verfolgt, bilden reichliche weite Röhrennetze im lockeren, interlobulären Bindegewebe und scheiden nach *Zeiss* zum Theile die Blutgefässe und Nerven ein; im Innern der kleinsten Läppchen finden sich um die Drüsenbläschen ebenfalls noch relativ weite Lymphbahnen, welche nach *Boëchat*, *Baber* und *Zeiss* bis dicht an die Follikel gelangen, ja nach *Boëchat* soll sogar das Drüsenepithel vielfach direkt dem Endothel der Lymphbahnen aufsitzen, während *Frey* die nach ihm blind endigenden Lymphkapillaren keineswegs an allen Follikeln fand.

Die tiefen Lymphgefässe gelangen durch die Bindegewebsscheidewände der Läppchen an die Oberfläche des Organes, wo sie ein dichtes Netz bilden, aus welchem grössere Stämmchen zu verschiedenen Lymphknoten ziehen, die theils am Kehlkopfe neben dem Pharynx und an der Carotis in der Höhe des Schildknorpels, theils an der Trachea bis zum Brustbeine herab gelegen sind.

Die Nerven der Schilddrüse, früher als ausschliesslich vom Sympathicus stammende Gefässnerven (*Koelliker* in Mikr. Anat.) angesehen, scheinen auch sekretorische Fasern zu enthalten. Die Nerven verbreiten sich mit den Arterien im interlobularen Bindegewebe und enthalten beim Menschen, wie insbesondere *W. Krause* (in Nachtr. z. allg. u. mikrosk. Anat. Hannover 1881. S. 71) hervorhebt, keine Ganglien, obwohl solche von *Peremeschko*, *Poincaré*, *Zeiss* und *Sacerdotti* bei Thieren angegeben werden. Nach den Abbildungen *Sacerdotti*'s ist übrigens immerhin der Zweifel gestattet, ob es sich um Ganglienzellen oder um Scheidenzellen der Nerven handelt. Die Nervenfasern der Schilddrüse sind grösstentheils marklos. Ihr feineres Verhalten wurde in neuerer Zeit nach der *Golgi*-Methode von *Crisafulli*, *Andersson*, *Berkley*, *Sacerdotti*, *Trautmann* und *Jacques* untersucht, wobei sich ergab, dass, abgesehen von den terminalen Zweigen, welche zu den Gefässen gehen, ziemlich reichliche Nervengeflechte, welche sich ähnlich wie in den tubulo-acinösen Drüsen verhalten, in die kleinsten Läppchen gelangen und dort mit leicht angeschwollenen Enden feinster verzweigter Fäserchen an die Aussenfläche der Drüsenepithelzellen sich anlegen. Ein Eindringen der terminalen Fäden zwischen die Epithelzellen, wie es *Berkley* annimmt, ist nicht sicher erwiesen. *Jacques* bildet ausserdem ein fleckartig begrenztes Endgeäste in einem Zwischenraume zwischen drei Follikeln ab, welches er als eine sensible Nervenendigung betrachtet.

Die Erfahrungen der Chirurgen und die diesen entsprechenden Versuche an Thieren über die schweren Störungen, welche die totale Entfernung der Schilddrüse zur Folge hat, sowie die pharmakodynamische Wirkung des Schilddrüsenextraktes bestätigt die Richtigkeit der alten Bezeichnung der Schilddrüse als „Blutgefässdrüse“ d. h. einer Drüse die ihre Sekretionsprodukte in den Blutkreislauf abgiebt. Die totale Exstirpation der Schilddrüse wirkt wie eine Vergiftung und es ist gerechtfertigt sich vorzustellen, dass die Schilddrüse giftige Substanzen, welche durch den Stoffwechsel entstehen durch die sekretorische Thätigkeit ihrer specifischen Drüsenzellen unschädlich macht. Hand in Hand mit dem Fortschritte in der Erkenntniss der früher unterschätzten oder völlig missverstandenen physiologischen Bedeutung der Schilddrüse, welcher durch die Entdeckung eigenartiger Verbindungen, wie des Jodothyrin's durch *Baumann* und einer wirksamen Aminbase durch *S. Fraenkel* auch nach der chemischen Seite gefördert wurde, gingen die zahlreichen anatomisch-histologischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen, welche in den letzten Decennien entstanden sind.

Vom vergleichend-anatomischen Standpunkte ist bemerkenswerth, dass in allen Wirbelthierklassen, so verschiedenartig in der Ausbildung und oft schwer auffindbar

das Organ sein kann, der Bau desselben im Wesentlichen übereinstimmt und dass eine Schilddrüse von den Cyclostomen aufwärts, bei jedem Thiere bei dem ernstlich darnach gesucht wurde, sich nachweisen liess. Ueberall finden sich geschlossene, von einem einfachen Epithel ausgekleidete Blasen mit einem colloiden Inhalte, die von reichlichen kapillaren Blutgefässen umsponnen werden. Eigenthümlich verhalten sich die Schilddrüsen der Urodelen in so ferne, als dieselben wie *Maurer* (in Morph. Jahrb. 13. Bd.) fand, ausschliesslich von venösem Blute durchströmt werden.

Die Schilddrüse der Säugethiere zeigt meistens einen nur wenig entwickelten Isthmus oder derselbe kann auch ganz fehlen oder ist nur durch Bindegewebszüge vertreten, so, dass zwei seitliche Drüsenkörper als die Regel bezeichnet werden können. Ein ausgesprochen einheitlicher Drüsenkörper kommt nur wenigen Säugethieren, wie dem Nilpferde und dem Schweine zu. So sehr diese Thatsachen für eine paarige Anlage der Schilddrüse zu sprechen scheinen, so ist doch nicht sicher festgestellt, ob die, nach *Verdun* aus einem Pharynxdivertikel hinter der vierten Kiemenspalte stammende, seitliche Anlage einen wesentlichen Antheil an der Entwicklung nimmt und ob nicht vielmehr die in der Medianlinie entstehende Anlage auch die Hauptmasse der seitlichen Lappen bildet. Die Hauptschwierigkeit für die embryologische Untersuchung bilden einerseits die in nächster Nähe der seitlichen Schilddrüsen-Anlagen auftretenden, mit dem Epithel der Kiemenspalten in Beziehung stehenden anderen Drüsenbildungen, namentlich die weiter unten zu besprechenden Beischilddrüsen *(Gl. parathyreoideae)* und die Thymus, ferner vor allem der Umstand, dass die unpaare und die paarigen Anlagen sehr frühzeitig mit einander verwachsen, beim Menschen nach *Tourneux* und *Verdun* (in Journ. de l'anat. et de la physiol. 33. Année 1897) bereits bei Embryonen von 18 mm Länge, wodurch es begreiflicher Weise unmöglich wird, sicher zu bestimmen, wie viel bei den weiteren Entwicklungsvorgängen auf die eine und die andere der beiderlei Anlagen zu beziehen ist. Die mehr weniger scharfe Sonderung von zwei seitlichen Lappen ist ein sekundärer Vorgang, der direkt nichts mit den primitiven Anlagen zu thun hat. Dass Theile, die sicherlich nicht aus besonderen Schilddrüsenanlagen stammen, zu völlig getrennten Drüsenkörpern werden können, geht aus dem gelegentlichen Vorkommen von Nebenschilddrüsen (accessorische Schilddrüsen) hervor, welche vor dem Zungenbeine (nach *Zuckerkandl* in 57 unter 200 Fällen) vor dem Schild- und Ringknorpel und weiter herab, ja sogar, wie *Wölfler* beim Hunde und bei Kindern beobachtete (in „Wiener med. Wochenschr." 1879, Nr. 8), auch an der *Aorta ascendens* sich finden.

Wie der Abfluss des Sekretes aus den geschlossenen Follikeln der Schilddrüse erfolgt, ist noch heute Gegenstand von Kontroversen. Ein Zurückfliessen des ganzen von den Epithelzellen ausgeschiedenen Sekretes in die Lymph- bezw. Blutbahnen, ist wohl nicht anzunehmen. Die eingedickten Colloidmassen und die ausgeschiedenen Krystalle lassen sich nur dadurch begreifen, dass ein Theil des Sekretes in den Blasen lange Zeit verweilt und dort sekundären Veränderungen unterliegt. Ein Bersten oder Schmelzen von Follikeln und ein Abfliessen des Inhaltes in die Lymphbahnen unter normalen Verhältnissen, wie *Biondi* und *E. Schmid* meinen, ist nicht erwiesen und ebenso scheinen mir die von *Hürthle* zwischen den Epithelzellen angenommenen Intercellulargänge, die direkt in die Lymphgefässe führen sollen und die auch *L. R. Müller* nicht finden konnte, sehr zweifelhaft. Dass aber eine theilweise Resorption der ausgeschiedenen Flüssigkeit von den Blasen aus erfolgt und in die Lymphbahnen gelangt, scheint durch das nicht seltene Vorkommen eines Inhaltes der Lymphgefässe, der dem Colloid in den Follikeln gleicht (*Baber*, *Zeiss*, *Biondi*, *Langendorff*, *Podak*, *Zielinska* u. a.) wahrscheinlich. Freilich wird diese Thatsache in ihrer Bedeutung sehr zweifelhaft durch den Umstand, dass — wie ich mit *M. Zielinska* finde, — solche an tingierten Schnitten wie Colloid sich verhaltende Substanz, nicht bloss in den Lymphbahnen, sondern auch in Venen und, was das Bedenklichste ist, auch in Arterien der Schilddrüse (Hund, Mensch) gefunden wird; ferner wie ich mich weiter überzeugte, auch in anderen Organen des Halses, wie z. B. in Gefässen des Kehlkopfes. *Zielinska* fand das angebliche Colloid allerdings nur in Arterien einer strumösen Schilddrüse; während es in meinen Fällen um normale Organe sich handelte. Da die Arterien der Schilddrüse auf keinen Fall zur Abfuhr des Colloids der Schilddrüse bestimmt sein können, muss man wohl den Schluss ziehen, dass an fixierten und gefärbten Präparaten unter Umständen geronnenes Blutplasma genau dasselbe Aussehen zeigen kann, wie der

colloide Inhalt der Schilddrüsenblasen und dass somit der Nachweis des Colloides in Gefässen keineswegs sicher zu führen ist. So bleibt, obwohl die Annahme, dass ein Theil des Schilddrüsensekretes in die Blutbahn abgeführt wird, kaum abgewiesen werden kann, die histologische Aufzeigung der normalen Wege, auf welchen dies geschieht noch immer eine Schwierigkeit. Es wäre immerhin möglich, dass einzig und allein die dicht unter dem Epithel liegenden reichlichen kapillaren Blutgefässe direkt die zur Resorption bestimmten Stoffe aufnehmen; eine Annahme die mit Rücksicht auf die zweifellos resorbirende Thätigkeit analog angeordneter Blut-Kapillarnetze (Lunge, Darm) gewiss einige Wahrscheinlichkeit für sich hat. Die oben angeführte Thatsache, dass man an den Epithelzellen nicht immer eine körnige Innenzone sondern auch bisweilen eine körnige Aussenzone — wie *His* (in Anat. menschl. Embryonen III, S. 102) zuerst für Embryonen fand — beobachten kann, legt die Vermuthung nahe, dass die Epithelzellen direkt Stoffe an die Blutgefässe abgeben.

Litteratur der Schilddrüse.

Schwager-Bardeleben, Obs. micr. de glandularum ductu excret. carentium struct. Berol. 1841, Diss.; *Panagiotides* und *K. Wagener*, Einige Beobachtungen über die Schilddrüse, in Fror. N. Not. Bd. XI, S. 193, und *Panagiotides*, De glandul. thyreoideae structura penitiori, Berol. 1847, Diss.; *A. Ecker*, Versuch einer Anatomie der primitiven Formen des Kropfes etc., in *Henle* u. *Pfeufer's* Zeitschr. f. rat Med. VI. Bd., S. 123, und Art. „Blutgefässdrüsen", in *Wagn.* Handw. d. Phys. III; *Rokitansky*, in Zeitschr. d. Wiener Aerzte 1847, und: Zur Anatomie des Kropfes, in Denksch. der kaiserl. Akad. zu Wien Bd. I, Wien 1849; *E. R. le Gendre*, De la thyroide, thése, Paris 1852; *Kohlrausch*, Beitr. z. Kenntn. d. Schilddrüse, in *Müller's* Arch. 1853, S. 142; *Eulenberg*, Anat.-phys. Unters. über die Schilddrüse, in Arch. d. Ver. f. gem. Arbeit IV, 314; *Frey*, in Viertelj. der naturf. Ges. in Zürich, Bd. VIII, S. 320; *Peremeschko*, Ein Beitrag zum Bau der Schilddrüse, in Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 17. Bd., 1867; *E. Verson*, Schilddrüse, in *Stricker's* Handb. d. Lehre von d. Geweben, 1871, S. 267; *W. Müller*, Ueber die Entwicklung der Schilddrüse, in Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. VI. Bd., 1871; *P. A. Boëchat*, Recherches sur la structure normale du corps thyroïde, Thèse Paris 1872; *M. Poincaré*, Note sur l'innervation de la glande thyroïde, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1875; *E. Cresswell Baber*, Contributions to the Minute Anat. of the Thyroid Gland of the Dog, in Proceed. of the Royal Soc. of London, Vol. XXIV (1875) und Philos. Transact. Part III, 1881; *O. Zeiss*, Mikroskop. Unters. über den Bau der Schilddrüse, Strassburg 1877, Diss.; *E. Cresswell Baber*, Contributions to the minute anatomy of the thyroid gland, in Philos. Transact. Vol. 166 u. 172; *E. Zuckerkandl*, Ueber eine bisher noch nicht beschriebene Drüse in der *Regio suprahyoidea*, Stuttgart 1879; *A. Wölfler*, Ueber die Entwicklung und den Bau der Schilddrüse etc., Berlin, Reimer, 1880; *L. Stieda*, Unters. über die Entwickl. d. *Gl. thymus*, *Gl. thyreoidea* u. *Gl. carotica*, Leipzig, Engelmann, 1881; *G. Born*, Ueber die Derivate d. embryon. Schlundbogen und Schlundspalten bei Säugethieren, in Arch. f. mikr. Anat. 22 Bd., 1883; *Fischelis*, Beitr. z. Kenntniss d. Entwicklungeschichte der *Gl. thyreoidea* und *Gl. thymus*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 25. Bd., 1885; *F. Maurer*, Schilddrüse und Thymus der Teleostier, in Morph. Jahrb. XI. Bd., der Amphibien, Ibid. XIII. Bd.; *P. de Meuron*, Recherches sur le développ. du thymus et de la glande thyroïde, Recueil zool. suisse, Tome III, 1886; *D. Biondi*, Beitr. zu der Struktur und Funktion der Schilddrüse, in Berliner klin. Wochenschr. 1888 und Arch. ital. de biol. T. 17 (1892); *O. Langendorff*, Beiträge zur Kenntniss der Schilddrüse, in Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abth. Suppl. 1889; *M. Podack*, Beitr. zur Histol. u. Funktion der Schilddrüse, Königsberg i. Pr. 1892, Diss.; *A. Schönemann*, Hypophysis und Thyreoidea, in *Virchow's* Arch. 129. Bd.; *O. Andersson*, Die Nerven der Schilddrüse, in Verh. d. biol. Ver. in Stockholm 4. Bd., 1891/92; *G. Crisafulli*, I nervi della gl. tiroide, in Boll. mens. d. accad. Gioenia etc. in Catania, N. Ser. 1892, F. 25; *Ch. Simon*, Contrib. à l'étude du développ. de la gl. thyroide chez les Mammifères, Revue biol. du Nord de la France, Année 6, No. 10; *A. Prenant*, Contrib. à l'étude du développ. organique et histologique du thymus, de la gl. thyroide et de la gl. carotidienne, in La

Cellule T. 10, F. 1; *O. Andersson*, Zur Kenntniss der Morph. der Schilddrüse, in Arch. f. Anat. u. Entw. 1894, S. 177; *K. Hürthle*, Beitr. zur Kenntniss des Sekretionsvorganges in der Schilddrüse, in Arch. f. d. ges. Physiol. 56. Bd.; *M. Zielinska*, Beitr. zur Kenntniss der normalen und strumösen Schilddrüse etc., in *Virchow's* Arch. 136. Bd., S. 170; *H. Berkley*, The intrinsic Nerves of the Thyroid gland of the Dog, in Johns Hopkins Hospital Reports Vol. IV, No. 4, 5 (1894); *M. Trautmann*, Ueber die Nerven der Schilddrüse, Halle 1894, Diss.; *M. Jacoby*, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Halsorgane der Säugethiere und des Menschen, Berlin 1895, Diss.; *E. Bozzi*, Unters. über die Schilddrüse, in *Ziegler's* Beitr. zur pathol. Anat. u. allg. Path. 18. Bd., 1895; *G. Galeotti*, Beitr. zur Kenntniss der Sekretionserscheinungen in den Epithelzellen der Schilddrüse, in Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entw. 48. Bd., 1896; *L. R. Müller*, Beiträge zur Histologie der normalen und erkrankten Schilddrüse, in *Ziegler's* Beiträgen zur path. Anat. u. zur allg. Path. 19. Bd., S. 127 u. 232a; *E. Schmid*, Der Sekretionsvorgang in der Schilddrüse, in Arch. f. mikr. Anat. u. Entw. 47. Bd. S. 181; *Guiart*, Etude sur la glande thyroide etc., Thèse, Paris 1896; *P. Verdun*, Dérivés branchiaux chez les vertébrés superieures (mit 9 Tafeln), Toulouse 1898.

Von den Beischilddrüsen.

§ 274.

Die Beischilddrüsen (*Gl. parathyreoideae Sandstroem, Glandules thyrioïdiennes Gley, glandules thyroides Nicolas*, Epithelkörperchen *Kohn*, Nebendrüsen der Schilddrüsen u. s. w.) von *Sandstroem* (in Upsala, Läkareförenings Förhandling. 1880) zuerst genauer beschrieben, haben erst in neuerer Zeit eingehendere Beachtung gefunden. Im Gegensatze zu den Nebenschilddrüsen (*Gl. thyreoideae accessoriae*), welche von der Schilddrüse völlig isolirte kleinere Organe von genau demselben Baue wie diese darstellen, sind die Beischilddrüsen kleine, rundliche oder linsenförmige Körperchen von 3—13 mm Durchmesser, welche beim Menschen der hinteren Fläche des Seitenlappens der Schilddrüse, gewöhnlich in dem Winkel zwischen Luft- und Speiseröhre anliegen, von besonderer Beschaffenheit. Sie sind blasse, nicht deutlich gelappte Gebilde von etwas derberer Konsistenz als die Schilddrüse und finden sich jederseits einfach oder doppelt oder auch in mehrfacher Zahl bis zu vier (*Kürsteiner*) auf einer Seite oder fehlen auch auf einer Seite gänzlich (*Schaper*). Auch im Innern der Seitenlappen der Schilddrüse, ganz von Schilddrüsengewebe umschlossen, fanden *Nicolas* und *A. Kohn* bei Thieren Gebilde von anscheinend demselben Baue, welche *A. Kohn* als innere Epithelkörperchen bezeichnet. Sie sind nach *L. Schreiber* beim Menschen nur ausnahmsweise vorhanden und *Kürsteiner* konnte niemals ein völlig von Schilddrüsengewebe umschlossenes Epithelkörperchen nachweisen. Dagegen finden sich Beischilddrüsen nicht selten, nach *Kürsteiner*, im Halstheile der Thymus und Prof. *J. Schaffer* demonstrirte mir eine solche in der Markssubstanz des Brusttheiles der Thymus eines siebenmonatlichen Embryo und an der Oberfläche der Thymus eines 33jährigen Mannes. Die Beischilddrüsen des Menschen bestehen aus dicht gedrängten polygonalen Zellen (Fig. 1079), welche durch die in das Innere des Organes eindringenden Blutgefässe nur unvollkommen in überall zusammenhängende Haufen und Stränge gesondert werden. An fixirten und gefärbten Präparaten erscheint das Plasma der Zellen fast homogen, in Eosin kaum färbbar, etwas vakuolisirt. Die Kerne

sind rundlich, 4 μ gross, mit einem netzartig angeordneten Chromatingerüste. Ueberall geht zwischen den Zellen ein in Eosin und schwach in Orcein färbbares Wabenwerk von feinen Scheidewänden von höchstens 1 μ Dicke hindurch das wie ein System von Zellmembranen sich darstellt und dort, wo Gefässe fehlen, an die Zwischensubstanz eines Parenchymknorpels oder des Chordagewebes (siehe Bd. I, § 31) erinnert. Die Scheidewände zeigen bei starker Vergrösserung eine fein netzig faserige Struktur. Dort wo das Wabenwerk der Scheidewände der Zellen an das Bindegewebe der Umhüllung oder an jenes grösserer Blutgefässe grenzt, lässt sich dasselbe deutlich vom Bindegewebe unterscheiden. Gegen die bindegewebige Umhüllung der Oberfläche werden die Zellen

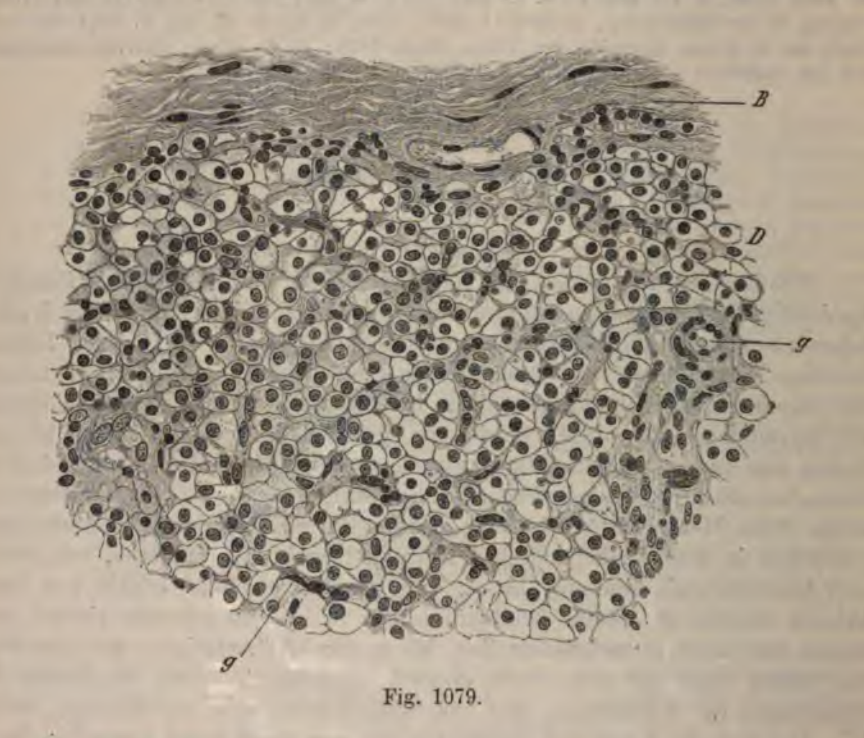


Fig. 1079.

an vielen Stellen auffallend klein und entbehren dann auch anscheinend der Umhüllung.

Fibrilläres Bindegewebe gelangt in das Innere der Beischilddrüsen mit den grösseren Blutgefässen, welche von demselben umhüllt werden, doch lässt sich m Innern der Zellhaufen nur das erwähnte membranöse Wabenwerk, aber kein Bindegewebe erkennen.

Die ziemlich zahlreichen Blutgefässe, von den Gefässen der Schilddrüse abzweigend, zerfallen im Innern der Drüschen in reichliche Kapillaren. Dieselben

Fig. 1079. Beischilddrüse von einem achtjährigen Kinde. Pikrinsublimat. Querschnitt. Vergr. 325. *B* Bindegewebshülle; *D* Drüsenparenchym; *g* Blutgefässe mit länglichen Kernen.

bestehen aus Endothelzellen, welche nur von den dünnen Häutchen des mehrfach erwähnten Wabenwerkes von den Zellen der Beischilddrüsen getrennt sind.

Ueber Lymphgefässe und Nerven ist nichts Näheres bekannt; letztere verlaufen nach *Sacerdotti* mit den Blutgefässen wie in der Schilddrüse.

Die *Glandulae parathyreoideae* sind noch räthselhafte Organe, über welche erst in neuerer Zeit eine sehr reichliche Litteratur entstanden ist, die sowohl die Entwicklung als die Histologie, sowie ihr Verhalten bei Ausrottung der Schilddrüse behandelt. Von den vielen Namen, welche diese Gebilde von verschiedenen Autoren erhalten haben, ist historisch der von *Sandstroem* gegebene der am meisten berechtigte und es scheint mir nicht zutreffend, wenn *A. Kohn* denselben deshalb verlassen und durch den Ausdruck „Epithelkörperchen" ersetzen will, weil *Glandula parathyreoidea* nach Analogie von *Parovarium* und *Paradidymis* ein auf embryonaler Stufe stehen gebliebenes Organ bedeute. Zudem ist es zweifelhaft, ob die Beischilddrüsen mit den von *Maurer* (in Morph. Jahrb. 13. Bd.) zuerst bei Amphibien in ihrer Entwicklung beschriebenen Epithelkörpern morphologisch gleichwerthig sind. Ich habe *Gl. parathyreoidea* mit „Beischilddrüse" übersetzt, da der sonst gebräuchliche Name Nebendrüse der Schilddrüse gar zu leicht mit Nebenschilddrüse (*Gl. thyreoidea accessoria*) verwechselt wird. Dass die Beischilddrüsen, wie die *Thymus* und die seitlichen Schilddrüsenanlagen aus dem Epithel der Kiemenspalten hervorgehen, ist wohl nicht zu bezweifeln, doch ist ihre Entwicklung noch nicht völlig aufgeklärt. Die Abkunft von einer Kiementasche verräth das fertige Organ nicht selten durch im Innern desselben vorkommende hohle, von einfachem oder flimmerndem Epithel ausgekleidete, blind geschlossene, schlauchartige Bildungen, welche wiederholt, zuletzt von *Lusena* (in Anat. Anz. XV. Bd. S. 52) und *Kürsteiner* beschrieben wurden.

Der Bau der Beischilddrüsen ist nicht immer und bei allen untersuchten Säugethieren derselbe. Ausser, wie oben beschrieben, dichtzelligen, finden sich auch Beischilddrüsen von mehr netzartiger Anordnung der zu Strängen gruppirten Zellen, was *L. Schreiber* auch für den Menschen bestätigt. Wie *Schaper* insbesondere vom Schafe beschreibt und abbildet legen sich die Zellenstränge um auffallend, bis 45 μ, weite Blutkapillaren, welche dem Gewebe ein kavernöses Ansehen geben. Ueber die innere Beischilddrüse, die ich nur vom Hunde kenne, habe ich selbst keine eingehenderen Erfahrungen und bin ich daher nicht in der Lage zu der Frage Stellung zu nehmen, ob sie in ihrem histologischen Baue vollständig der äusseren gleicht, wie *Schaper* angiebt. *L. Schreiber* fand beim Menschen unter 23 genauer untersuchten Fällen nur einmal ein inneres Epithelkörperchen, über dessen Bau er jedoch nichts Näheres angiebt, und *Kürsteiner* vermisste dasselbe bei den zahlreichen von ihm untersuchten Embryonen und neugebornen Kindern immer.

Obwohl der Bau der Beischilddrüsen von jenem der ausgebildeten Schilddrüse histologisch gänzlich abweicht, besteht doch vielfach die Meinung, dass es sich — wie schon *Sandstroem* dachte — um nichts, als auf embryonaler Stufe stehen gebliebene Reste der Schilddrüsenanlage handle. Am entschiedensten hat sich gegen diese Ansicht *A. Kohn* ausgesprochen, der insbesondere betont, dass die äusseren Epithelkörperchen bei alten Individuen ebenso vorhanden sind, wie bei jugendlichen, was auch von *L. R. Müller* hervorgehoben wird. *Kürsteiner* betont, dass bereits bei 16 mm langen Embryonen der histologische Bau der Epithelkörperchen von jenem der Schilddrüse verschieden sei. Die merkwürdigen Angaben *Gley*'s (in Arch. de physiol. norm. et pathol. 1892—1893), welchen zufolge nach Exstirpation der Schilddrüse bei Kaninchen die Beischilddrüsen vikariirend für das entfernte Organ eintreten und sich zu wirklichem Schilddrüsengewebe entwickeln, haben keine Bestätigung gefunden und die entwicklungsgeschichtlichen Befunde von *Prenant, de Meuron, Jacoby* (Anat. Anz. 12. und 13. Bd.), *Groschuff* (Anat. Anz. 12 Bd. S. 497) und *Tourneux* und *Verdun* (l. c.) ergaben eine von den Schilddrüsen unabhängige Anlage der Beischilddrüsen. *Schaper*, obwohl den histologischen Bau in der Hauptsache ähnlich darstellend, wie es hier geschehen, nimmt für die Ansicht, dass die Beischilddrüse nur unentwickeltes Schilddrüsengewebe sei, insbesondere die auch von *L. Schreiber* bestätigte Thatsache in Anspruch, dass man in denselben auch gelegentlich colloidhaltige Follikel finde. Indessen ist dies offenbar nicht von entscheidender Bedeutung, da man auch in der

Hypophyse regelmässig einige colloidhaltige, von Epithel ausgekleidete Blasen antrifft, und deshalb doch Niemand behaupten wird, die Hypophyse sei unentwickeltes Schilddrüsengewebe. Doch muss zugegeben werden, dass Beischilddrüsen, in welchen die strangartige Anordnung der Zellen sehr ausgesprochen ist, namentlich dann eine grosse Aehnlichkeit mit embryonalem Schilddrüsengewebe zeigen, wenn das zwischen den Zellen befindliche Wabenwerk nicht deutlich hervortritt.

Litteratur.

Ausser den bereits im Texte und in der Litteratur über die Schilddrüse angeführten Schriften insbesondere von *E. Schmid*, *L. R. Müller* seien noch erwähnt: *D. Kastschenko*, Schicksal der embryonalen Schlundspalten bei Säugethieren in Arch. f. mikr. Anat. XXX. Bd. 1887; *A. Nicolas*, Glande et glandules thyroïdes (parathyroïdes) chez le Chiroptères in Bullet. des séances d. l. soc. d. sciences de Nancy 1893 und Nouvelles recherch. sur l. gl. parathyroïdes in Bibliographie anatomique No. 5. 1897; *Cristiani*, Remarques sur l'anat. et la physiol. des glandes et glandules thyrioïdiennes chez le rat. in Arch. de physiol. norm. et pathol. 1893 und Des glandules thyrioïdiennes chez la souris et le campagnol, Ibid.; *A. Kohn*, Studien über die Schilddrüse in Arch. f. mikr. Anat. u. Entwg. 44. Bd., 1895 und 48. Bd., 1896; *A. Schaper*, Ueber die sog. Epithelkörper (*Glandulae parathyreoideae*) etc. in Arch. f. Anat. u. Entwicklg. 46. Bd.; *M. Jacoby*, Ueber Entwicklung der Nebendrüsen der Schilddrüse und der Carotidendrüse in Anat. Anz. XII. Bd., 1896; *K. Groschuff*, Bemerkungen über die vorstehende Arbeit. Ibid.; *Ch. Simon*, Thyroide latérale et glandule thyroïdienne chez le Mammiféres. Thèse Nancy 1896 und in Poirier's Traité d'anatomie T. IV., Fasc. 2, p. 582; *L. Schreiber*, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung und des Baues der *Glandulae parathyroideae* (Epithelkörperchen) des Menschen in Arch. f. mikrosk. Anat. etc. 52. Bd., 1898. (Enthält ein ausführliches Litteratur-Verzeichniss.) *W. Kürsteiner*, Die Epithelkörperchen des Menschen u. s. w. in Anatomische Hefte von *Merkel* und *Bonnet* XI. Bd., 3. Heft, 1898; *R. Fusari*, Contributo allo studio d. formazioni paratiroidee nell' embrione umano, in Gior. d. r. Accad. di Medicina di Torino Vol. V, 1899.

Von der Thymus.

§ 275.

Die **innere Brustdrüse**, das Bries oder Briesel, **Thymus**, ebenfalls eine sogenannte Blutgefässdrüse, ist ein paariges, längliches, nach unten breites, abgeplattetes Organ, das durch ein lockeres Bindegewebe umhüllt und mit den benachbarten Theilen verbunden wird. Sehr deutlich sind an demselben schon bei oberflächlicher Betrachtung **grössere Lappen** von 4—11 mm mittlerer Grösse und rundlicher, länglichrundlicher oder birnförmiger, jedoch meist abgeplatteter Gestalt, die, obschon ziemlich dicht aneinander gelegen, doch nur durch nachgiebiges Bindegewebe sich vereinen und ohne Schwierigkeit sich trennen lassen. Verfolgt man diese Lappen von aussen nach innen, so ergiebt sich leicht, dass dieselben zwar unter einander nicht zusammenhängen, jedoch alle ohne Ausnahme durch einen dünneren Theil mit einem Markstrange sich verbinden, der im Allgemeinen schraubenförmig gewunden, jedoch nicht ganz regelmässig durch das Innere der Drüse verläuft. Legt man diesen regelrecht 1—3 mm dicken Markstrang blos, so findet man, dass derselbe überall in das Innere der Läppchen sich fortsetzt und dort eine centrale Markmasse bildet, welche von einer davon verschiedenen, etwas festeren Rindensubstanz bedeckt wird. Die Aehnlichkeit des centralen Markstranges und der ihm aufsitzenden Läppchen

Ausführungsgange und den Lobuli einer wirklichen Drüse wird dadurch rmehrt, dass die Läppchen aus kleineren Unterabtheilungen und diese llichen, 0,4—0,7 mm grossen Körpern wie Drüsenbläschen, den Drüsen-n (Beeren, Acini, Follikel der Forscher) der Thymus bestehen, welche on aussen an den Läppchen zu erkennen sind und wegen ihrer viel-Gestalt der Oberfläche derselben ein zierliches, mosaikartiges Aussehen velches an das der Lungen erinnert. Es sind diese Drüsenkörner keine Bläschen etwa wie zellen, die ihnen unter den Elementen der)rüsen an Grösse noch am nächsten kommen, solide, grösstentheils aus Rindensubstanz de Körper, die mit der Markmasse des Läpp-nig zusammenhängen, nach aussen dagegen ander gesondert sind. Man kann sich jedes n als eine zu-längende Masse rksubstanz vor-welche an ihrer he von den Drü-rn bedeckt ist, ihrer Rinden-die Marksub-umfassen und welchen von üllenden Binde-apsel ausgehen-heidewände bis rksubstanz vor-



Fig. 1081.

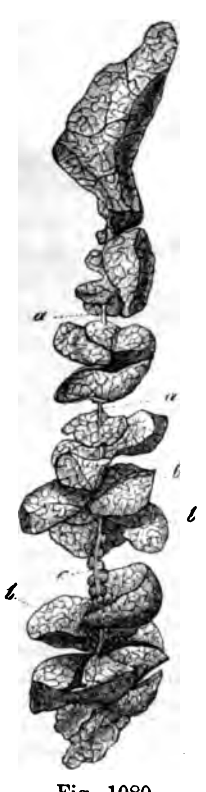


Fig. 1080.

auffallende Aehn-les gröberen Baues us mit jenem einer)rüse erklärt sich e ganz eigenthüm-der Entwicklung ı. Wie *R. Remak* beim Hühnchen vermuthete und *Koelliker* (in Entwicklungs-te II. Aufl. S. 875) beim Kaninchen zuerst beschrieb, entsteht die *Thymus* als eliales Organ, das von den Kiemenspalten als hohles Gebilde sich abschnürt, und *Stieda* bald (1881) bestätigten. *Stieda* und noch bestimmter *Born* (in mikr. Anat. 22. Bd.) stellten als Ausgangspunkt der Bildung bei Säugern die emenspalte fest. Die nach Art einer tubulo-acinösen Drüse sich verzweigende asse wird aber nicht zu einem secernirenden Apparate, sondern die ursprünglich ılage wird in eine solide Zellenmasse umgewandelt, welche von Blutgefässen nphzellen durchwachsen und so zur Marksubstanz wird, während sekundär

g. 1080. Ein Stückchen der *Thymus* des Kalbes entfaltet. *a* Markstrang; ıläppchen; *c* Drüsenkörner vereinzelt am Markstrange aufsitzend. Nat. Grösse.
g. 1081. Menschliche Thymushälfte mit grösstentheils entfernter Marksubstanz, Stelle eine grosse Höhle im unteren breiten Theile und vielen in die Läpp-renden Oeffnungen entstanden ist.

lymphknötchenartige Bildungen von Rindensubstanz, welche die Hauptmasse der „Drüsenkörner“ der älteren Autoren bildet, die Marksubstanz umwuchern. Das Gewebe der voll entwickelten *Thymus* hat keinerlei Aehnlichkeit mit jenem einer echten Drüse, steht vielmehr jenem der Lymphknoten in vieler Beziehung nahe, die Anordnung der Theile ahmt aber die einer echten Drüse nach und es kann daher die *Thymus* in gewissem Sinne als eine Pseudomorphose nach einer echten Drüse betrachtet werden. Doch ist dies nicht so zu verstehen, dass die ganze ursprüngliche epitheliale Anlage zu Grunde gehe und durch eine Neubildung aus dem mittleren Keimblatte ersetzt werde. Es ist vielmehr sicher, dass die epitheliale Anlage lange Zeit weiter wächst, und dass ein grosser Theil des Markgewebes direkt aus ihr hervorgeht. Dagegen stammen die Blutgefässe und das Bindegewebe des Markes und wahrscheinlich alle Leukocyten desselben aus dem mittleren Keimblatte und ebenso das ganze Rindengewebe, das bei seinem ersten Auftreten deutlich als eine Auflagerung auf das Markgewebe zu erkennen ist. Bezüglich der Herkunft der Leukocyten wiederholen sich dieselben Fragen wie bei den Tonsillen, worüber § 225 nachzusehen ist.



Fig. 1082.

In älterer Zeit spielte in der Anatomie der *Thymus* ein Kanal, der nach Art eines Drüsenganges den Markstrang durchzieht und in alle Läppchen und Körner sich verzweigen sollte, eine grosse Rolle und auch *Koelliker* hielt noch in der letzten Auflage an der Existenz desselben fest. Es ist aber durch die modernen Härtungs- und Schnittmethoden zweifellos festgestellt, dass ein solcher Centralkanal in dem ausgebildeten Organe nur als ein Kunstprodukt zu betrachten ist, das in Folge der eigenthümlichen Beschaffenheit der Marksubstanz leicht entstehen kann. An Schnitten gut fixirter Organe stellt sich die Marksubstanz ausnahmslos in der Weise dar, wie dies in Fig. 1082 u. 1083 dargestellt ist und zusammenhängende natürliche grössere Hohlräume, die man an Serienschnitten doch finden müsste, zeigen sich nirgends. Die beiden Thymuslappen stellen in ihrer vollen Entwicklung in der Regel einheitliche Massen dar, welche mit ihren oberen sich verschmälernden Hörnern bis an den unteren Rand der Schilddrüse herumreichen können. Doch kommen, wie schon *Jendrássik* beobachtete auch vollständig abgetrennte Nebenthymusdrüsen vor, von welchen nicht sicher ist, ob sie sekundär abgeschnürte Stücke der Hauptdrüse oder selbständige Bildungen sind, da bei Fischen (Selachier, Ganoiden, Teleostier) aus dem dorsalen Theile jeder Kiemenspalte ein selbständiger Thymuskörper entsteht und auch bei den Amphibien — mit Ausnahme der Anuren — sowie bei Reptilien und Vögeln aus mehreren Kiemenspalten Thymuskörper hervorgehen. Eine Thymusdrüse kommt, wie es scheint, allen Wirbelthieren zu; nur bei den Cyclostomen hatte man lange vergeblich nach einer solchen gesucht. Doch konnte *J. Schaffer* (in Sitzber. d. k. Akad. d. W. in Wien 103. Bd. S. 149) bei Ammocoetes an sämmtlichen sieben Kiemensackvorkammern der *Thymus* ähnliche Organe und zwar, im Gegensatz zu den übrigen Fischen, nicht bloss an den dorsalen, sondern auch

Fig. 1082. Theil eines Schnittes von der voll entwickelten *Thymus* eines Kindes. *Müller*'s Fl., Hämat., Eosin. Vergr. 10. *M* Marksubstanz mit Gefässdurchschnitten und konzentrisch geschichteten Körperchen *c*; *R* Rindensubstanz; *b* Bindegewebshülle und davon ausgehende Scheidewände der Läppchen.

an den ventralen Seiten der Kiemensäcke auffinden. Dagegen gelang es bisher nicht, bei Myxine irgend ein der *Thymus* vergleichbares Gebilde am Kiemenapparate nachzuweisen.

§ 276.

Feinerer Bau der Thymus.

Die Oberfläche der Thymus wird von lockerem Bindegewebe, dem auch Fettläppchen beigemischt sind, umhüllt, das dicht an der Rinde anliegt und in alle Spalten zwischen den Läppchen eindringt und in der Tiefe zwischen den

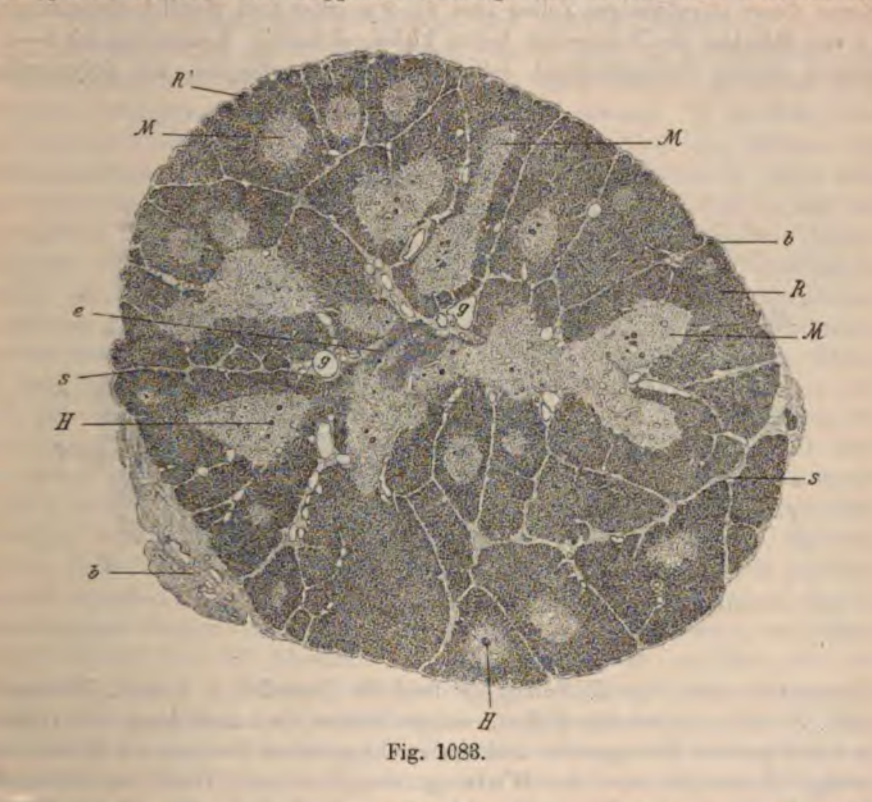


Fig. 1083.

Rindenläppchen an vielen Stellen die Marksubstanz direkt berührt (Fig. 1083) und dort, wo ein centraler Strang von Marksubstanz auftritt, diesen umhüllt. Da die Thymus ungemein reich an Blutgefässen ist, die sowohl an der Rinde als insbesondere am Marke an vielen Stellen aus- und eintreten, setzt sich das Bindegewebe als Adventitia der Gefässe, wenn auch im Ganzen spärlich, in das Innere des Organes fort. Das umhüllende Bindegewebe ist ziemlich reich an

Fig. 1083. Querschnitt durch das distale Ende eines Thymuslappens vom siebenmonatlichen Embryo. Pikrinsublimat, Hämatox., Eosin. Vergr. 14. *H Hassall*'sche Körperchen; *M* Marksubstanz; *R* Rindensubstanz; *R'* kleinste Rindenläppchen; *b* Bindegewebshülle, in die Läppchen sondernde Scheidewände *s* sich fortsetzend; *e* Zusammenhängende Epithelmasse im Innern des Markes; *g* Blutgefässe.

feinen elastischen Fasern und verdichtet sich an der Oberfläche der Rinde zu einer häutchenartigen Lage.

Die Marksubstanz, obwohl von der Rindensubstanz nicht ganz scharf gesondert, zeigt einen eigenartigen Bau, der in seinen Einzelheiten an verschiedenen Stellen desselben Objektes und noch mehr, je nachdem die Thymus in voller Ausbildung oder Rückbildung begriffen, verschieden ist. Im Allgemeinen bildet das Gerüst der Marksubstanz ein Netz- oder Balkenwerk von ziemlich voluminösen ästigen Zellen, deren Ausläufer unter einander zusammenhängen und da und dort mit den Wandungen der Blutgefässe in Berührung treten. Die Kerne dieser sternförmigen Zellen sind 6—8 μ gross und ziemlich chromatinarm. In den Maschen des Netzwerkes liegen kleine, einkernige Leukocyten mit 3—5 μ grossen Kernen (Lymphocyten), seltener grössere Leukocyten mit polymorphen

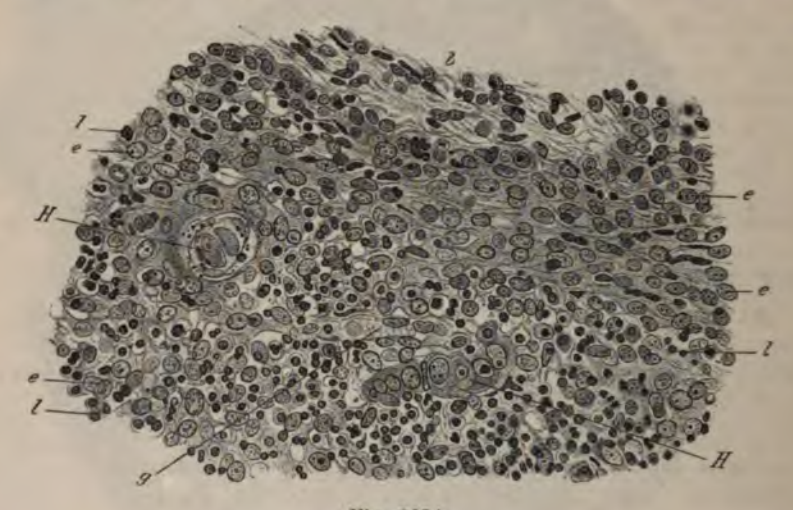


Fig. 1084.

Kernen oder auch, wie *J. Schaffer* fand (in Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1891. S. 401), eosinophile Zellen, welche letztere aber auch längs der Gefässe im interlobulären Bindegewebe vorkommen. Ausserdem kommen im Marke vielkernige Riesenzellen vor, die *Watney*, wenigstens zum Theil, von Zellen des Netzwerkes abstammen lässt. Es giebt aber, wie *J. Schaffer* findet, Riesenzellen, welche mit kapillaren Blutgefässen zusammenhängen, an deren Enden sie ansitzen und die auf eine Rückbildung von Blutgefässen zu beziehen sind. An einzelnen Stellen sind die eingelagerten Zellen sehr spärlich oder fehlen auch ganz; im letzteren Falle rücken dann die Gerüstzellen dicht an einander und werden zu platten polyedrischen Gebilden, deren Anordnung einem geschichteten Epithel gleicht (Fig. 1084). Solche in Nestern oder Strängen auftretende Epithelmassen entbehren auch der Blutgefässe und zeigen an Stellen, wo sie direkt an Bindegewebe stossen — diesem anliegend — eine Lage höherer Zellen, welche

Fig. 1084. Detailbild der Stelle *e* des Schnittes Fig. 1083. Vergr. 325. *H Hassall*sche Körperchen in Bildung; *b* Bindegewebe; *e* Epithelzellen; *g* Blutgefäss; *l* Leukocyten.

an die Fusszellenschicht eines geschichteten Pflasterepithels erinnert. Da die Marksubstanz zweifellos aus einer epithelialen Anlage hervorgeht, kann man wohl nicht anders, als annehmen, dass diese geweblich einem Epithel vollkommen entsprechenden Theile der Marksubstanz direkt von der embryonalen ersten Anlage sich ableiten. Schwieriger und nicht ohne weiteres zu bejahen ist die Frage, ob auch die sternförmigen Gerüstzellen epithelialer Natur sind. Doch ist der allmähliche Uebergang solcher Epithelinseln in das Netzgerüste dadurch, dass zwischen die Epithelzellen mehr und mehr Leukocyten sich einschieben, einer solchen Auffassung günstig, obwohl anderseits die Anwesenheit von Blutgefässen, welche zweifellos mesodermalen Ursprunges sind, für die Beurtheilung der Herkunft der Gerüstzellen zur Vorsicht mahnt, um so mehr, als in Begleitung der grösseren Blutgefässe nicht unbeträchtliche Züge und Stränge von echtem leimgebendem Bindegewebe in die Marksubstanz hinein gelangen. In der That lässt sich an nach *van Gieson* gefärbten Präparaten ein Theil des Gerüstes als Bindegewebsfasern erkennen. Ausser den zweifellosen Epithelinseln finden sich nun schon in der Thymus älterer Embryonen und in grosser Zahl in der voll entwickelten und in den ersten Stadien der Rückbildung begriffenen Thymus zahlreiche eigenthümliche Gebilde von wechselnder Grösse und Beschaffenheit, welche als konzentrisch geschichtete (*Ecker*) oder *Hassall*'sche Körperchen bezeichnet werden. Sie finden sich ausschliesslich nur in der Marksubstanz, niemals in der eigentlichen Rindensubstanz. In ihren einfachsten Formen stellen sie kugelige Gebilde von 13—22 μ Durchmesser dar, in deren Centrum eine matt glänzende, mehr homogene oder eine körnige Masse sich findet, welche von schalenartig um diese centrale Masse gelagerten platten Epithelzellen umhüllt wird. Die Kerne dieser Epithelzellen sind entweder noch deutlich erkennbar oder aufgebläht und des Chromatins verlustig geworden oder sie fehlen gänzlich. Zwischen den Zellen kommen da und dort einzelne Leukocyten vor, die auch bis ins Centrum der Körperchen eindringen können. Die konzentrisch geschichteten Körperchen, von *Virchow* zuerst den Cancroidperlen verglichen, sind in verschiedenen Stadien der Umwandlung begriffene Epithelperlen, wie schon *Ecker* (1849) und *W. Krause* (in Allg. Anat. S. 359) angeben, aber erst *His* und *Stieda* auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen mit Bestimmtheit aussprachen. Die Bildung dieser Epithelperlen geht in der Weise vor sich, dass von zusammenhängenden Epithelmassen durch einwuchernde Leukocyten einzelne kleine Gruppen abgedrängt und nun rein mechanisch in kugelige Haufen zusammengepresst werden, nachdem vorerst meist eine in Degeneration befindliche Epithelzelle als Centrum einer solchen Perle aufgetreten ist. Die Degeneration geschieht nicht immer in derselben Weise. Häufig sieht man die centralen Zellen in eine glänzende homogene Masse umgewandelt oder man sieht glänzende Körner, Tropfen oder Schollen. Ob diese Substanz Colloid ist, da sie in den mikrochemischen (*Ammann*) und, wie mir *J. Schaffer* zeigte, auch in den färberischen Reaktionen mit dem Colloid der Schilddrüse übereinstimmt, muss dahingestellt bleiben. *Koelliker* verglich sie mit der Substanz der Prostatasteine. Jedenfalls ist sie kein Fett, sondern eine eiweissartige Substanz. Doch können auch Ausscheidungen von Fetttropfen und Verkalkungen nach *Ammann* in den konzentrischen Körperchen vorkommen. Häufig sieht man konzentrisch geschichtete Körperchen, an deren Zellen die Kerne vollkommen

geschwunden sind, während die Zellsubstanz selbst zu einer wie netzig aussehenden, manchmal Schleimreaktionen zeigenden weichen Masse umgewandelt ist, wobei sich die Zellen an fixirten Präparaten wie geschrumpft zeigen und weiterhin wohl völlig gelöst werden.

Ausser den einfachen konzentrischen Körperchen finden sich auch zusammengesetzte Formen (Fig. 1085), indem mehrere (bis 10 und darüber) Schichtungscentra vorhanden sind, um welche sekundär weitere Zellenanlagerungen stattfanden oder ganz regellose Formen von länglicher, spindeliger oder keulenförmiger Gestalt oder gebogene und strangförmige, mit knotigen Verdickungen, sowie mit seitlichen Anhängen versehene Massen. Doch findet man an einzelnen Stellen dieser Körperchen immer mehr weniger deutliche konzentrische Schichtung. Von diesen eigentlichen einfachen und zusammengesetzten konzentrischen Körperchen, welche letztere oft eine bedeutende Grösse bis 0,1 mm und darüber erreichen, muss man rundliche oder längliche, selbst strangartige Anhäufungen von Epithelzellen unterscheiden, in welchen die Zellen ganz regellos ohne eine Schichtung durcheinander liegen und welche namentlich bei älteren Individuen, mit ausgesprochener Rückbildung der Thymus, häufig gefunden werden. Sie erreichen Durchmesser von 0,2 bis 0,3 mm und können als Epithelballen bezeichnet werden. Zwischen diesen Epithelballen und den eigentlichen konzentrisch geschichteten Körperchen giebt es insoferne Uebergangsformen, als auch Epithelballen mit darin eingeschlossenen konzentrischen Körperchen vorkommen. Die Zellen dieser Epithelballen sind, abgesehen von eingewanderten Leukocyten, durchaus kernlos gewordene Elemente, die wie halbverdaute Zellen aussehen. Endlich sieht man auch Zellen von derselben Beschaffenheit wie jene der Epithelballen, in unregelmässigen Haufen, welche nicht, wie die Epithelballen, scharf abgegrenzt sind, sondern nach allen Seiten unmerklich gegen das umgebende, an Lymphocyten reiche Gewebe sich verlieren. Eine bestimmte Beziehung dieser mannigfaltigen Formen von Epithelhaufen zu den Blutgefässen lässt sich nicht erkennen. Sowohl konzentrische Körperchen als Epithelballen liegen da und dort den Blutgefässen an, doch ist dies keineswegs immer, ja nicht einmal bei der Mehrzahl der Körperchen der Fall.

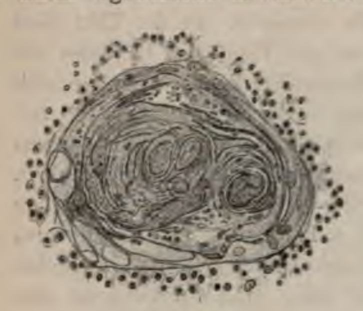


Fig. 1085.

An schlecht fixirten oder gar macerirten Objekten fallen die geschichteten Körperchen und Epithelballen an Schnitten leicht heraus und können, namentlich wenn sie reihenartig an einander schliessen, leicht einen Centralkanal vortäuschen. Ausgefallene grössere Epithelballen können zur Annahme von geräumigen Höhlen in der Marksubstanz Anlass geben. Doch kommen auch, wie schon *Remak* wusste, wirkliche mit Flimmerepithel ausgekleidete Hohlräume vor, die jedoch als besondere, seltene Bildungen wohl auf eine abnorme Entwicklung der ursprünglich hohlen Thymusanlage zurückzuführen sind. Dass aus-

Fig. 1085. Aus einem Schnitte durch die *Thymus* eines 2½jährigen Kindes. Pikrinsublimat, Hämatox., Eosin. Vergr. 530. Zusammengesetztes konzentrisch geschichtetes Körperchen von Leukocyten umgeben.

nahmsweise auch Epithelkörper vom Baue der Beischilddrüsen in der Thymus und zwar, wie hier hinzugefügt sein möge, in der Marksubstanz derselben sich finden, wurde schon erwähnt (§ 274 S. 325).

Die Rindensubstanz, im Gegensatze zur Marksubstanz, durch einen grossen Reichthum an kapillaren Blutgefässen ausgezeichnet, hat, wie *Koelliker* und *Leydig* zuerst betonten, in ihrem Baue mit den Lymphknötchen viele Aehnlichkeit. Wie diese besteht sie aus einem Reticulum, dessen Maschen dicht von Zellen und zwar grösstentheils von kleinen, einkernigen Lymphzellen (Lymphocyten) erfüllt sind. Färbt man die Kerne mit Hämatoxylin, so erscheint wegen der dicht gedrängten Lymphocyten die Rinde als eine dunkel violette Umrahmung der viel lichteren, weil kernärmeren Marksubstanz. Das Reticulum der Rinde ist sehr engmaschig; über seine Natur ist die Meinung der Autoren ebenso getheilt, wie bezüglich des Reticulums der Lymphknötchen (siehe S. 150). Ob das Reticulum rein zellig (*Billroth*, *His*, *Koelliker*) oder zum Theil faserig ist, lässt sich auch hier schwer entscheiden; doch kommen jedenfalls zahlreiche ästige Reticulumzellen mit Kernen, welche durch ihre Grösse und Chromatinarmuth leicht von den Lymphocytenkernen zu unterscheiden sind, vor, die sich zum Theil an die zahlreichen Blutkapillaren anlegen, welche Stellen an tangentialen Schnitten wie rundliche lichte Räume in der sonst dichtzelligen Masse hervortreten. Da eine Beziehung dieser Reticulumzellen zur ursprünglichen epithelialen Thymusanlage mit ziemlicher Sicherheit auszuschliessen ist, so müssen sie wohl, trotzdem sie den Sternzellen der Marksubstanz sehr ähnlich sind, als Bindegewebszellen angesehen werden. *Watney* nimmt ein doppeltes Reticulum, ein zelliges und ein faseriges an. Ausser den genannten Elementen findet man zerstreut durch die ganze Rinde, oft zahlreicher an deren Oberfläche, wie auch da und dort im benachbarten Bindegewebe, eosinophile Zellen (*Schaffer*, *Sultan*), ferner in ziemlich regelmässigen Abständen von 60—100 μ, den kapillaren Blutgefässen dicht anliegend, eigenthümliche Zellen, welche wahrscheinlich dem Reticulum angehören, rundlich oder ästig, von 12—30 μ Durchmesser sind und stark lichtbrechende Körnchen enthalten, die weder Fett sind, noch mit den Körnchen der eosinophilen Zellen ganz übereinstimmen und namentlich in ihrer Schwerlöslichkeit in Alkalien und Säuren den colloidartigen Tropfen der konzentrisch geschichteten Körperchen ähnlich sind. Sie haben eine ungleichmässige Grösse bis zu 4 μ, geringe Färbbarkeit in Eosin und unterscheiden sich von Fett durch ihre Unlöslichkeit in Aether. Die Zellen sind an fixirten und gefärbten Präparaten nicht leicht aufzufinden, dagegen ohne Schwierigkeit zu sehen, wenn man Schnitte von in Alkohol gehärtetem Bries in verdünnter Natronlauge aufhellt, bis alle Kerne unsichtbar geworden sind. Dadurch treten die Körnchen dieser den gleichzeitig gut sichtbar werdenden Wänden der Kapillaren anliegenden Zellen ungemein deutlich hervor und es zeigt sich, dass diese Körnchenzellen der Kapillarwände in der Marksubstanz gänzlich fehlen.

Von besonderer Wichtigkeit ist der von *J. Schaffer* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 102 Bd.) an Strichpräparaten geführte Nachweis, dass in der Thymus, ähnlich wie in der Milz und im Knochenmarke kernhaltige rothe Blutzellen und alle Entwicklungsstufen derselben vorkommen können. Sie sind in Schnitten schwer erkennbar, doch finden sie sich sicher vorzüglich in der Rinde, vielleicht auch theilweise in dem angrenzenden Marke.

Die Blutgefässe der Thymus verhalten sich ganz eigenthümlich. Wie *Koelliker* (in Mikrosk. Anat.) zuerst fand, gelangen die Arterien längs des centralen Stranges in das Innere der Läppchen und lösen sich an der Innenseite der Rindensubstanz — beziehungsweise wie *Koelliker* glaubte, an der inneren Wand des Hohlraumes der Läppchen — in ein Netz von Kapillaren auf. Der innere Theil des Markes, soweit er rein epitheliale Gewebebestandtheile enthält, ist grösstentheils frei von Kapillaren.

Die an der Grenze des Markes sich verzweigenden arteriellen Kapillaren gehen dann in Kapillaren über, welche hauptsächlich senkrecht zur Oberfläche



Fig. 1086.

radiär nach aussen ziehen und dabei allmählich weiter werdend vielfach anastomosiren und Maschen von 22—45 μ bilden. Unmittelbar unter der Bindegewebshülle geht dieses radiäre Kapillarnetz in ein engmaschiges Netz von ziemlich weiten Kapillaren über, das die ganze Oberfläche der Rinde überzieht und mit zahlreichen Venenstämmchen in die reichlichen interlobulären Venen übergeht. Nach *His* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 11. Bd.) wären dies die einzigen

Fig. 1086. Schnitt durch die *Thymus* eines Kindes. *Müller*'s Flüss., Natronlauge. Natürliche Injektion. Vergr. 46. *H Hassall*'sche Körperchen; *M* Mark; *R* Rinde; *a* Arterien im Marke; *iv* Interlobuläre Venen; *mv* Venen des Markes; *oc* Oberflächliche Rindenkapillaren im Profil, *oc'* in der Aufsicht; *rc* Radiäre Rindenkapillaren im Profil, *rc'* im Querschnitte.

Venen, die also ausschliesslich interlobulär sich verzweigen würden, während die Arterien ausschliesslich im Innern der Läppchen an der Grenze der Marksubstanz sich in Kapillaren auflösen. Es muss jedoch als wesentlich hervorgehoben werden, dass ausser den Venenstämmchen, welche an der Oberfläche der Rindensubstanz austreten, auch zahlreiche Venen mit den Arterien im Innern des Markes sich finden, wie *Koelliker* (in Mikrosk. Anat. II. S. 339) angiebt, in welche aus der Rinde kommende Venenstämmchen sich ergiessen, die durch Zusammenfluss der radiär verlaufenden Rindenkapillaren entstehen und wie diese radiär verlaufend auch mit dem Kapillarnetze der Rindenoberfläche zusammenhängen. Es existirt also ein doppeltes Venensystem, ein oberflächliches zwischen den Rindenläppchen und ein tiefes in der Marksubstanz, welchem gewissermassen auch zwei Kapillarnetze entsprechen, ein oberflächliches, das vorzüglich die oberflächlichen und ein radiäres, das vorzüglich die tiefen Venen speist, obwohl beide Kapillarnetze überall zusammenhängen. Nach *Watney* sollen auch feinere Arterien direkt in die Rinde eindringen; es ist dies jedoch beim Menschen jedenfalls eine Seltenheit. Dass bei Thieren derartiges vorkommt, will ich nicht bezweifeln, um so weniger, als schon *His* (in Zeitschr. f. wissensch. Zool. X. Bd.) beim Kalbe die Verästelung der Arterien und Venen ausschliesslich zwischen den Läppchen mit direkt in die Rinde eindringenden Zweigchen fand und in Folge dessen geneigt war, diese Verhältnisse auch für den Menschen als giltig zu betrachten, bis er sich überzeugte, dass hier, wie schon *Koelliker* (l. c.) angab, wesentlich andere Verhältnisse vorliegen. Die Lymphgefässe der Thymus sind wenig gekannt und liegen ausser den alten Untersuchungen von *His* (l. c.) über die Lymphgefässe beim Kalbe nur einige Angaben von *Watney* und *Renaut* vor. Nach *His* werden die stärkeren Blutgefässe, die am Centralstrange verlaufen, durchweg von zwei oder mehr Lymphgefässstämmchen begleitet, welche von jedem Läppchen eine oder zwei Wurzeln beziehen. Verfolgt man diese, so zeigt sich, dass sie bei ihrer weiteren Verästelung im interlobulären Bindegewebe bald ihre Klappen und auch ihre Muskeln verlieren und in zartwandige Lymphräume übergehen, die jedoch immer noch einmal so weit sind als die entsprechenden Venenstämme. Diese Lymphräume liegen den Läppchen dicht an. Es liegt nahe anzunehmen, dass, ähnlich wie die Lymphknötchen, auch die Rindenläppchen der Thymus nur an ihrer Oberfläche mit Lymphgefässen in Berührung sind; doch ist, wie ich *Watney* und *Renaut* (in Traité d'histol. T. II, p. 586) gegenüber hervorheben muss, auf keinen Fall, wie an den Rindenknötchen der Lymphdrüsen, ein ringsum verfolgbarer Lymphsinus vorhanden. Es müssen jedoch Vorrichtungen angenommen werden, durch welche die Lymphzellen der Thymus leicht in die Lymphbahnen gelangen können, da *His* und *Watney* die alten Angaben von *Hewson* bestätigen konnten, welchen zufolge die Thymuslymphe sehr viele Lymphkörperchen enthält.

Die Nerven lassen sich an den Arterien der Thymus mit Leichtigkeit nachweisen. Nach den Untersuchungen *Bovero's*, welche mit der raschen *Golgi*-Methode ausgeführt wurden, bilden die Nerven an den Gefässen und im interlobulären Bindegewebe feine Geflechte, aus welchen nur äusserst spärliche Fäserchen in das Mark eindringen und dort mit leichten Anschwellungen enden.

Die Umstände, welche früher zur Annahme eines Centralkanals, dessen Existenz zuerst *Bartholinus* (citirt bei *Watney*) behauptete, verführen konnten, sind folgende: Erstens lag die Vermuthung nahe, dass eine Drüse, welche im Ganzen wie eine acinöse Drüse aufgebaut ist, auch wie eine solche, ein hohles Gangsystem besitze. Dass bei der weichen und saftreichen Beschaffenheit der Markmasse durch Aufblasen, Maceriren, Kochen u. s. w. künstliche Hohlräume leicht entstehen, liegt auf der Hand. Dazu kommt aber zweitens, dass die epithelialen Massen des Markes, wenn sie entfernt werden, oft Hohlräume hinterlassen, deren Wände ziemlich glatt, daher wie natürlich erscheinen. Drittens kann das spärliche Vorkommen oder selbst der gänzliche Mangel von Blutkapillaren in den centralen Theilen des Markes im Gegensatze zu den ungemein reichen Kapillaren der Rinde um so leichter zu der Vorstellung verführen, es existire ein centraler Hohlraum mit in denselben eingeschwemmten Zellen, als die im Marke verlaufenden grösseren Arterien bindegewebige Scheiden besitzen, die nach dem Auswaschen der Zellen für zusammengefallene Rohrwandungen gehalten werden können.

Die Aehnlichkeit der *Thymus* mit einer Lymphdrüse ist ziemlich allgemein anerkannt; doch darf nicht übersehen werden, dass abgesehen vom Marke, das in den Lymphknoten ohne Analogie ist, auch die Rindensubstanz Eigenthümlichkeiten zeigt, welche den Lymphknoten fehlen. So namentlich die Anordnung der Blutgefässe und der Mangel der Keimcentren, welchen man nur die in das Innere der kleinsten Rindenläppchen eindringenden Fortsetzungen der Marksubstanz vergleichen könnte, die, wenn quer durchschnitten, ein ähnliches Bild bei schwacher Vergrösserung geben, wie ein Keimcentrum. Nach den Untersuchungen von *Schedel* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 34. Bd., S. 252) bei Thieren sind die Mitosen der Lymphzellen jedoch nicht auf die Grenze von Rinden- und Marksubstanz beschränkt, sondern finden sich zerstreut in der ganzen Rindensubstanz und im angrenzenden Marke.

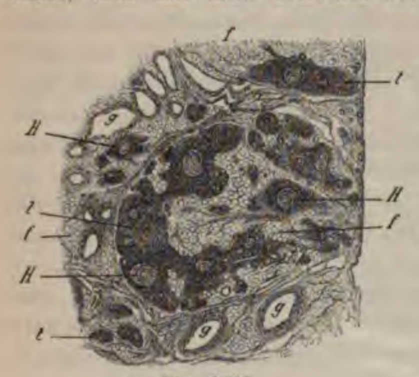


Fig. 1087.

Mit den Lymphknoten und Lymphknötchen theilt die *Thymus* die Eigenschaft grosser individueller Verschiedenheit in der Ausbildung je nach Alter und Ernährungszustand. Sie ist ein Organ, das nach den eingehenden Untersuchungen *Friedlebens* durchschnittilch schon am Ende des zweiten Lebensjahres sein grösstes Gewicht erreicht, dann aber in der Entwicklung stille steht und zur Zeit der Pubertät schon in deutlicher Rückbildung begriffen ist. Doch verschwindet die *Thymus* niemals ganz und werden Reste von Thymusgewebe, wie insbesondere *Waldeyer* betont, konstant bis ins höchste Alter gefunden. Es wird aber normaler Weise allmählich das Thymusgewebe durch Fettgewebe substituirt (Fig. 1087), wobei der auftretende Fettkörper, der noch Thymusreste enthält, die Form des Organes beibehält. Die Rückbildung betrifft in erster Linie die Rindensubstanz, während Reste von Marksubstanz mit grossen Epithelballen am längsten der Zerstörung widerstehen. Nicht selten findet man, wie schon *Möbius* (1730) wusste, bei Erwachsenen noch eine wohlerhaltene *Thymus* (*Thymus persistens*), während anderseits schon bei sehr jugendlichen Individuen eine starke Rückbildung vorhanden sein kann. Ob die *Thymus persistens* wirklich eine solche ist, oder einer zweiten, neu auftretenden Bildung von Rindensubstanz ihre Existenz verdankt, muss dahingestellt bleiben. Für letztere Auffassung tritt *J. Schaffer* (in Sitzber. d. k. Akad. Wien, 102. Bd.) ein und es ist in der That auffallend, dass das Markgewebe

Fig. 1087. Schnitt durch einen Theil der *Thymus* eines 33jähr. Mannes. *Müller*'s Flüss., Hämatox., Eosin. Vergr. 10. *f* Fettgewebe; *g* Grössere Blutgefässe; *t* Reste des Thymusgewebes mit *H Hassall*'sche Körperchen und Epithelballen.

in solchen Fällen zum Theile die Charaktere einer rückgebildeten *Thymus* zeigt, wie sie sonst nur nach fast völliger Zerstörung des Rindengewebes zu finden sind.

Die Bedeutung der konzentrisch geschichteten Körperchen ist viel besprochen worden. Die oben vertretene Ansicht, der zufolge es sich um wahre Epithelperlen handelt, darf wohl als richtig erwiesen betrachtet werden, nachdem durch *Stieda*, *His*, *Maurer*, *Capobianco* und *Gulland* die Abstammung dieser Bildungen von der epithelialen Anlage der *Thymus* dargethan und ihre Uebereinstimmung mit den Epithelperlen in den Tonsillen (*Gulland*), in den Resten der epithelialen Zahnleiste, in der Gaumenleiste u. s. w. augenscheinlich ist. *Ammann* und *Watney* betrachten die konzentrisch geschichteten Körperchen als Bindegewebszellen, wofür ersterer insbesondere geltend macht, dass die isolirten Zellen verästelte Ausläufer zeigen können, was aber — ich erinnere nur an die Zellen des Schmelzorganes — keineswegs gegen ihre epitheliale Natur spricht. Eine noch heute Anhänger findende Erklärung für die Bildung der konzentrisch geschichteten Körperchen gab *Afanassiew* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 14. Bd.). Nach diesem Forscher sollten dieselben aus dem Endothel von Blutgefässen hervorgehen, indem zugleich durch Verstopfung der Blutbahnen die Involution der *Thymus* beginne. Bei den von *Afanassiew* angewendeten Methoden der Untersuchung ist eine Verwechslung von Blutgefässen mit konzentrischen Körperchen und von rothen Blutzellen mit tropfenartigen Zerfallsprodukten im Innern der Körperchen (Eosinfärbung) um so eher möglich, als eingewanderte Leukocyten im Innern der Körperchen in der That häufig vorkommen. Es lässt sich sicher feststellen, dass wohl hie und da Blutgefässe den geschichteten Körperchen dicht anliegen, dass aber niemals solche im Innern der Gefässe vorkommen. Ebensowenig lassen sich rothe Blutzellen in geschichteten Körperchen nachweisen. Wahrscheinlich hat *Afanassiew* auch vielkernige Riesenzellen (s. S. 332) mit den *Hassall*'schen Körperchen zusammengeworfen, wodurch sich insbesondere die Angabe, es sei ihm in einzelnen Fällen gelungen, *Hassall*sche Körperchen von den Blutgefässen aus zu injiciren, erklären würde.

Bei niederen Wirbelthieren kommen im Innern der *Thymus* Bildungen vor, welche, oberflächlich untersucht, einige Aehnlichkeit mit konzentrisch geschichteten Körperchen zeigen können, in Wahrheit aber Stücke von zu Grunde gehenden, wahrscheinlich von der Kiemenmuskulatur stammenden, quergestreiften Muskelfasern (Sarcolyten) sind, wie *S. Mayer* für die *Thymus* des Frosches und *J. Schaffer* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien. 102. Bd.) für einen Knochenfisch (Lophius) nachwies. Wahre konzentrisch geschichtete Körperchen kommen bei den Ichthyopsiden selten zur Ausbildung und sind die exquisiten Formen dieser Art des Unterganges von Epithelzellen der *Thymus* eine Eigenthümlichkeit der Sauropsiden und Säugethiere.

Ueber die physiologische Bedeutung der *Thymus* ist so viel zweifellos, dass sie wie die Lymphdrüsen und die Milz an der Bildung der körperlichen Elemente des Blutes und zwar sowohl der weissen als der rothen Blutzellen (*Schaffer*) betheiligt ist. Wie weit die *Thymus* noch andere Funktionen hat, etwa giftige Stoffwechselprodukte zerstört oder unschädlich macht, ist noch nicht sicher festgestellt. Nach *R. Langerhans* und *N. Saveliew* (in *Virchow*'s Arch. 134. Bd.) hat die allerdings schwierig auszuführende, totale Entfernung der *Thymus* bei Kaninchen und Hunden keine wesentlichen Folgen, während nach *Abelous* und *Billard* die Exstirpation der *Thymus* bei Fröschen den Tod der Thiere unter den Erscheinungen einer Intoxikation bewirken soll. Ueber die Beziehungen der *Thymus* zum plötzlichen Tode beim Menschen, kam *A. Paltauf* (in Wiener klin. Wochenschr. 1889 Nr. 46 und 1890 Nr. 9) zu dem Schlusse, dass auf keinen Fall — wie früher oft behauptet wurde — von einer Kompression der Luftröhre durch rasche Vergrösserung der *Thymus* die Rede sein kann, dass vielmehr in solchen Fällen eine anomale Körperkonstitution vorliegt, bei welcher ausser der *Thymus* auch andere lymphatische Organe (Lymphdrüsen, Tonsillen u. s. w.) bedeutend vergrössert erscheinen.

Zur Untersuchung der Thymus empfiehlt *Koelliker* (5. Aufl.) vor Allem gekochte Organe um den Zusammenhang der Läppchen darzustellen. Zu feineren Untersuchungen eignen sich dieselben nicht und können zu diesem Zwecke die gebräuchlichen Fixirungs- und Härtungsflüssigkeiten auf ganz frische Objekte angewendet und die Schnitte gefärbt werden. Zur Sichtbarmachung der Blutgefässe empfehle ich — abgesehen von Injektionen

— in *Müller's* Flüssigkeit lange gehärtete und nachher mit Alkohol behandelte Organe in Schnitte aus freier Hand zu zerlegen, dieselben dann in eine zehnprozentige Natronlauge durch etwa eine Viertelstunde bis eine Stunde einzulegen, und hierauf in Wasser, wo sie aufquellen und hell werden, gut auszuwaschen und in Wasser zu untersuchen. Auch lange in Alkohol gehärtete Organe eignen sich zu diesem Verfahren und werden namentlich an diesen die im Texte beschriebenen Körnchenzellen an den Kapillaren der Rindensubstanz deutlich sichtbar. Schnitte von nur wenige Tage in Alkohol erhärteten Organen werden in einigen Minuten in Natronlauge hinreichend durchsichtig.

Litteratur der Thymus.

S. C. Lucae, Anat. Unters. der Thymus im Menschen und in Thieren, Frankfurt a. M. 1811 u. 12, 4., und: Anat. Bemerk. über die Divertikel am Darme und die Höhlen der Thymus, Nürnberg 1813, 4.; *F. C. Haugsted*, Thymi in hom. et per ser. anim. descr., Hafn. 1832, 8.; *A. Cooper*, Anatomy of the thymus gland., London 1832, 4.; *J. Simon*, A physiological essay on the thymus gland., London 1845, 4.; *Ecker*, Art. „Blutgefässdrüsen", in *Wagner's* Handw. der Phys. III, und: Icon. phys. Tab. VI; *Restelli*, De thymo, obs. anat. phys.-path. Ticini Regii 1845; *Günsburg*, Ueber die geschicht. Körper der Thymus, in Zeitschr. f. klin. Med. VI., S. 456; *A. E. Jendrássik*, Unters. über den Bau der Thymusdrüse, in Sitzungsber. der Wien. Akad. 1856, Oct.; *A. Friedleben*, Die Physiol. der Thymusdrüse, Frankfurt 1858; *R. Melchior*, De struct. gland. thymus, Jenae 1859, Diss.; *His*, Beitr. z. Kenntniss d. z. Lymphsyst. geh. Drüsen, I. Thymus, in Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 341, und XI, S. 86 u. 164; *Berlin*, in Arch. f. Holländ. Beitr. S. 270; *H. Watney*, The Minute Anatomy of the Thymus in Philos. Transact. of the Royal Soc. of London, Vol. 173, Part III 1883, S. 1063; *A. Ammann*, Beiträge zur Anatomie der Thymusdrüse, Basel 1882, Diss.; *W. Waldeyer*, Die Rückbildung der Thymus in Sitzber. d. königl. pr. Akademie zu Berlin 1890, Nr. 25; *J. Beard*, The development and probable fonction of the Thymus in Anat. Anz. IX. Bd., S. 476; *F. Capobianco*, Contribuzioni alla morfologia del Timo. in Giorn. dell' Ass. dei Naturalisti e Medici, Anno II Punt. 1a Napoli 1891; *G. L. Gulland*, The Development of Adenoid Tissue etc. in Laboratory Reports iss. by the Royal Coll. of Physicians Edinburgh 1891, Vol. III; *G. Sultan*, Beiträge zur Involution der Thymusdrüse, in *Virchow's* Arch. 144 Bd., S. 548; *A. Klein*, Neuere Arbeiten über die *Glandula thymus*, in Centralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 1898; *A. Bovero*, Sui nervi della ghiandola timo in Giorn. d. R. accad. di Medicina di Torino, 1899 n. 4. Siehe ferner, ausser den im Texte citirten Schriften, die in der Litteratur über die Schilddrüse angeführten Arbeiten von *Stieda*, *Maurer*, *De Meuron* u. s. w.

Vom Carotidenknötchen.

§ 277.

Zu den Abkömmlingen der Kiemenspalten zählen einige Autoren wie *Stieda*, *Fischels*, *C. Rabl* und *de Meuron* das von *Luschka* zuerst genauer beschriebene Carotidenknötchen (*Glomus caroticum*), ein kleines drüsenartiges Gebilde, das der *Carotis communis* nahe an ihrer Theilungsstelle dicht anliegt. Andere Untersucher wie *Kastschenko*, *Paltauf*, *Marchand*, *Schäfer*, *M. Jacoby* (in Anat. Anz. XII, S. 156), *Fusari* und auch *Prenant*, der früher der ersteren Ansicht huldigte, fanden jedoch, dass das Carotidenknötchen aus einer Verdickung der äusseren Gefässhaut der Carotis hervorgeht und keine Beziehung zu dem Epithel der Kiemenspalten hat.

Beim Menschen stellt das Carotidenknötchen ein 5—7 mm langes, 2,5—4 mm breites und 1,5 mm dickes, röthliches, leicht körnig erscheinendes Gebilde dar, das knapp über der Theilungsstelle der *Carotis communis* zwischen der äusseren und inneren Kopfschlagader seine Lage hat.

Das Organ besteht aus einer mässigen Zahl (4—12 nach *Paltauf*) von 0,1—0,5 mm grossen Körnern, welche durch Bindegewebe mit einander verbunden sind. Sind die Körner gross und wenig zahlreich, so lassen sich kleinere Abtheilungen, die Zellballen *Schaper's* unterscheiden, während in anderen Fällen nur kleine Körner von 0,1—0,2 mm Durchmesser das ganze Organ aufbauen. Die kleinen Körner oder Zellballen sind von einem engmaschigen Netze von Kapillaren durchsetzt, das aus einem Arterienästchen hervorgeht und an der Peripherie in mehrere Venenästchen übergeht. Diese Venen vereinigen sich mit jenen der anderen Körner zu einem Plexus, der an der Oberfläche des Organes durch zahlreiche Venen seinen Abfluss findet, während nur eine oder wenige Hauptarterien durch eine Art Hilus aus dem Theilungswinkel der Carotis in das Organ eintreten.

Die Kapillaren der Zellballen haben nach *Schaper* den gewöhnlichen Bau; auf ihrer Oberfläche und die Zwischenräume zwischen den Kapillaren ausfüllend, liegen polygonale Zellen von 10—12 μ Durchmesser mit rundlichen 6—7 μ grossen Kernen, welche Epithelzellen ähnlich sind. Sie sind nach *Schaper* ausserordentlich leicht veränderlich, schrumpfen in den meisten Reagentien und erhalten sich relativ am besten in Lösungen von chromsauren Salzen. Das Protoplasma erscheint frisch feinkörnig; eine Membran ist nicht zu erkennen. Die Zellen liegen in einem Reticulum, das mit dem umgebenden Bindegewebe zusammenhängt.

Durch den Hilus treten auch zahlreiche, theils markhaltige, theils marklose Nervenfasern in das Innere des Organes bis in die Zellballen; ausserdem kommen auch spärliche multipolare Ganglienzellen vor. Das Organ ist also kein Nervenknoten (*Ganglion intercaroticum*), wofür es von seinem Entdecker *Andersch* gehalten wurde.

Das Carotidenknötchen kommt nach *Schaper* nur den Säugethieren zu; die so benannten Organe bei Amphibien und Fischen stimmen in ihrem Baue nicht mit dem Carotidenknötchen der Säugethiere überein. Nur die von *Leydig* bei Selachiern beschriebenen sog. Axillarherzen sollen nach *Schaper* einen ähnlichen Bau haben. Die insbesondere von *J. Arnold* vertheidigte Ansicht, dass das Carotidenknötchen nur aus Gefässkonvoluten bestehe, erklärt sich durch die ausserordentlich zarte Beschaffenheit der specifischen Zellen, die sehr leicht zu unkenntlichen Klümpchen zusammenschrumpfen, während gleichzeitig an ihre Stelle blasige Hohlräume treten. Mit dem Carotidenknötchen scheint die Steissdrüse (*Gl. coccygea Luschka*) im Baue wesentlich übereinzustimmen.

Litteratur.

v. Luschka, Ueber die drüsenartige Natur des sog. *Ganglion intercaroticum*, in Arch. f. Anat. u. Physiol. etc. 1862, S. 405; *J. Arnold*, Ueber die Struktur des *Ganglion intercaroticum*, in *Virchow's* Arch. 33. Bd. S. 190; *C. Rabl*, Zur Bildungsgeschichte des Halses, in Prager med. Wochenschr. 1886, Nr. 52; *R. Paltauf*, Ueber Geschwülste der *Glandula carotica* nebst einem Beitrage zur Histologie und Entwicklungsgeschichte derselben, in Beitr. z. pathol. Anat. u. allg. Pathol. v. *Ziegler* 11. Bd., S. 260; *Marchand*, Beiträge zur Kenntniss der normalen und pathologischen Anatomie der *Glandula carotica* etc., in Festschr. f. *Rud. Virchow* I. Bd., Berlin 1891; *A. Schaper*, Zur Histologie der *Glandula carotica*, in Arch. f. mikr. Anat. 40. Bd. 287; *R. Fusari*, Contributo allo stndio delle formazioni paratiroidee nell' embrione umano in Giorn. d. R. accad. di Med. di Torino, 1899, vol V, anno LXII, fasc. 4. Vergleiche auch die Litteraturangaben über Entwicklung in den Abschnitten über Schilddrüse, Beischilddrüse und *Thymus*.

Von den Harnorganen.

§ 278.

Die Harnorgane bestehen aus den beiden Nieren, zwei wahren Drüsen von röhrenförmigem Bau, welche den Harn bereiten, und aus den ableitenden Harnwegen, dem Harnleiter, der Harnblase und der Harnröhre.

§ 279.

An den Nieren unterscheidet man die Hüllen und das absondernde Gewebe. Zu den ersteren gehört die sogenannte Fettkapsel, *Capsula adiposa*, ein an Fettzellen sehr reiches, lockeres Bindegewebe, das weniger den Namen einer besonderen Haut verdient, und dann die Faserhaut, *Tunica fibrosa*, eine weissliche, aus gewöhnlichem Bindegewebe und vielen feinen, elastischen Netzen gebildete dünne, aber feste Hülle, die die Niere eng umschliesst und am Hilus, ohne in das Innere des Organs sich fortzusetzen, an die Nierenkelche und die Gefässe sich anlegt, jedoch auch hier noch theilweise an der zu Tage tretenden Rindensubstanz das Nierengewebe dicht umgiebt. Der unmittelbar der Rinde anliegende Theil der Faserhaut enthält, wie *Remak* zuerst bei Thieren, *Eberth* (1872) und *W. Krause* beim Menschen nachwiesen, netzartig angeordnete glatte Muskelbündel (*Tunica muscularis*).



Fig. 1088.

Das von der Faserhaut scharf sich abgrenzende Drüsengewebe (Fig. 1088) besteht für das blosse Auge aus zwei Theilen, der Mark- und Rindensubstanz, von denen die erstere in Gestalt von 8—18 kegelförmigen, mit ihren Spitzen gegen den Hilus geneigten Massen, den *Malpighi*'schen Nieren-Pyramiden (Fig. 1088 *e*), erscheint, jene dagegen (Fig. 1088 *h*) die Gesammtrinde des Organes und ausserdem noch zwischen die einzelnen Nieren-Pyramiden bis zum Hilus sich hineinziehende Scheidewände *Columnae renales Bertini* (Fig. 1088 *g*), bildet und scheinbar ohne Unterbrechung durch die ganze Niere zusammenhängt. Mikroskopisch untersucht, zerfällt jedoch auch die Rinde in ebenso viele Abschnitte, als Pyramiden vorhanden sind und kann daher die Niere als aus einer gewissen Zahl grosser, jedoch innig zusammenhängender

Fig. 1088. Ein Schnitt aus der Mitte der Niere eines Kindes. *a* Ureter; *b* Nierenbecken; *c* Nierenkelche; *d* Papillen; *e* *Malpighi*'sche Pyramiden; *f* *Ferrein*'sche Pyramiden; *g* *Columnae renales Bertini*; *h* Aeussere Theile der Rindensubstanz.

Lappen gebildet, angesehen werden. Die Niere des Embryo und des Neugeborenen ist wirklich gelappt und sind die Lappen (*Renculi*) durch tiefe Furchen von einander geschieden, die in der Regel im Laufe der ersten Jahre allmählich verstreichen.

Die genauere Untersuchung der *Malpighi*'schen Pyramiden nach verschiedenen Schnittrichtungen, oder durch direkte Präparation zeigt jedoch, dass keineswegs einer einzelnen Papille auch eine einheitliche Pyramide entspricht. Die Verfolgung der Anordnung der *Columnae renales* ergiebt, wie *J. v. Lenhossék* (in *Virchow*'s Arch. 68. Bd.) und in ausführlicher Weise *R. Maresch* (in Anat. Anz. 12. Bd. S. 299) nachwiesen, dass jede zu einer Papille gehörige *Malpighi*'sche Pyramide aus mehreren, unter einander verwachsenen, primären Pyramiden, deren Zahl nach *Maresch* zwischen 2—9 schwankt, sich aufbaut. In der Regel gehören zu jeder Papille 2—4 primäre Pyramiden; die höchsten Zahlen bis 9 ergeben sich für die Papille am oberen Pole der Niere. Dem zufolge sind auch die *Renculi* der Neugeborenen, welche durch tiefe Furchen von einander abgegrenzt sind und häufig je einer Papille entsprechen, noch ihrerseits aus mehreren primären Pyramiden aufgebaut, wodurch die Gesammtzahl der durch die *Columnae renales* theilweise gesonderten primären Pyramiden bis 40 und mehr betragen kann.

Die Zusammensetzung der Niere aus vielen Lappen, welche beim Embryo vorhanden sind und durch deren Verwachsung die *Columnae renales* entstehen, ist eine bei den Säugethieren im Ganzen seltene Einrichtung. Die Mehrzahl der Säugethiere besitzt, wie die Untersuchungen von *Hyrtl* und *Chievitz* ergeben, Nieren mit einer einzigen Papille und Pyramide und einer die Oberfläche der Niere gleichmässig bis an den oft tief eingebuchteten Hilus überziehenden Rinde, die nirgends Scheidewände gegen die Pyramidensubstanz abgiebt. Solche ungetheilte Nieren finden sich ausschliesslich bei den Monotremen, Marsupialiern, Insectivoren, Chiropteren, Edentaten, Rodentien und Prosimien. Ausschliesslich getheilte oft in viele Lappen (200 beim Delphin) zerfallende Nieren finden sich bei den Pinnipediern und Cetaceen. Bei den anderen Säugethierordnungen finden sich getheilte Nieren nur ausnahmsweise, so unter den Ungulaten, beim Rhinoceros, Schweine und Rinde, nicht aber beim Pferde. Unter den Raubthieren haben die hunde- und katzenartigen ungetheilte und, so weit bekannt, nur der braune Bär und die Fischotter getheilte Nieren. Auch die Mehrzahl der Affen hat ungetheilte Nieren und selbst unter den Anthropoiden soll nach *Dönitz* der Schimpanse eine ungetheilte Niere besitzen, während Orang und Gibbon nach *Hyrtl*, wie der Mensch, getheilte Nieren haben. Nur die höheren Wirbelthiere (Säugethiere, Vögel, Reptilien) besitzen wahre Nieren, während die Organe, welche man bei den Fischen und Amphibien so nennt, eigentlich Theile der Urnieren sind, die bei den höheren Thieren nur während eines Theiles des Embryonallebens als Harn absondernde Organe fungiren, später aber verschwinden oder theilweise beim Aufbau der Geschlechtsorgane Verwendung finden, während die Harnabsonderung von den neu auftretenden Nieren übernommen wird.

§ 280.

Zusammensetzung der Nierensubstanzen im Allgemeinen.

Beide Theile der Niere bestehen wesentlich aus den Harnkanälchen, *Tubuli uriniferi*, drehrunden, im Mittel 20—50 μ messenden Röhrchen, welche aus einer gleichartigen *Membrana propria* und einem einschichtigen Epithel bestehen. Dieselben beginnen bei jedem Nierenabschnitte an dem von

den *Calyces renales* umschlossenen Theile der Pyramiden, d. h. an den Nierenpapillen, als *Ductus papillares* mit die Spitzen der Papillen einnehmenden Oeffnungen (*Foramina papillaria*) von 80—400 μ (200—300 μ *Henle*) und verlaufen in den Pyramiden im Allgemeinen gerade, daher sie hier *Tubuli recti* (auch *Belliniani*) heissen. Während dieses Verlaufes theilt sich jeder *Ductus papillaris* vor allem innerhalb der Papille, aber auch in den mittleren und äusseren Theilen der Pyramiden, unter meist sehr spitzen Winkeln und anfangs mit erheblicher Abnahme an Dicke zu wiederholten Malen in je zwei, sehr selten und nur in der Spitze der Papille in je drei Aeste, so dass schliesslich ganze Bündel von feineren Harnkanälchen aus denselben hervorgehen und, da die zwei Theilungsäste zusammen immer stärker sind als ihre Stämme, die nach aussen stetig zunehmende Breite der Pyramiden theilweise sich erklärt. Einem anderen und wesentlicheren Theile nach rührt diese Zunahme daher, dass die Pyramiden ausser den geraden Harnkanälchen noch viele feinere Harnröhrchen, die von *Koelliker* sogenannten *Henle*'schen Kanälchen, enthalten, welche in die Pyramiden tretende Schleifen gewisser Rindenkanälchen sind, jedoch ebenfalls gerade verlaufen wie die *Tubuli recti.* Gegen die Basis der Pyramiden wird der Zusammenhang der beiderlei Harnkanälchen durch zwischen denselben auftretende, in ziemlich regelmässigen Abständen verlaufende stärkere Gefässbündel (*Arteriolae et Venulae rectae*) lockerer und treten dieselben auch nach allen Seiten auseinander, so dass an senkrechten Schnitten die Pyramiden im ganzen Umkreise (die Papillen natürlich ausgenommen) in viele kleine Bündel oder Pinsel, die *Ferrein*'schen Pyramiden (*E. H. Weber* und *Arnold*) auszustrahlen scheinen, welchen Theil der Pyramiden *Henle* mit dem Namen der „Grenzschicht" bezeichnet. Die *Ferrein*'schen Pyramiden sind übrigens, soweit sie in der Marksubstanz liegen, wie Querschnitte darthun, durchaus keine besonderen scharf abgegrenzten Bündel, wohl aber sondern sich die Kanälchen der Pyramiden da zu solchen, wo sie in die Rindensubstanz eintreten, welche Bündel (*Prolongements, Ferrein*; *Ferrein*'sche Pyramiden, *Arnold* und *E. H. Weber*; Pyramidenfortsätze, *Henle*) *Koelliker* mit *Ludwig* als Markstrahlen bezeichnet (Figg. 1089 *c*, 1090 *M*).



Fig. 1089.

Die Rindensubstanz besteht ausser den eben erwähnten Fortsetzungen der geraden und *Henle*'schen Kanälchen (*Pars radiata*) 1. aus der eigentlichen Rindensubstanz, die wesentlich von sehr zahlreichen, vielfach gewundenen Harnkanälchen, den *Tubuli contorti s. corticales*, gebildet wird, und 2. aus den sogenannten *Malpighi*'schen Nierenkörperchen,

Fig. 1089. Senkrechter Schnitt der Rinde und der äusseren Lagen der Pyramiden von der Niere des Schafes. Vergr. 3½. *a* Pyramiden; *b* Rinde; *c* Markstrahlen der Rinde; *d* Eigentliche Rindensubstanz, in der *Arteria interlobulares* mit *Malpighi*'schen Körperchen durch Injektion dargestellt sind.

welche nichts anderes als blasig aufgetriebene Anfänge der Harnkanälchen sind, welche im Innern einen Gefässplexus besonderer Art enthalten. Auf den ersten Blick scheint die Rinde der Niere Eine zusammenhängende Masse darzustellen, bei aufmerksamer Beobachtung ergiebt sich jedoch leicht, dass die Harnkanälchen in säulenförmige, 0,4—0,8 mm breite, durch die ganze Dicke der Rinde eine dicht neben der andern sich erstreckende Massen angeordnet sind, die man trotz ihrer nicht vollständigen Abgrenzung von einander doch als *Lobuli corticales* oder Rindenläppchen (*Ferrein*'sche Pyramiden der älteren Anatomen) bezeichnen kann. In diesen Rindenläppchen verlaufen die Harnkanälchen im

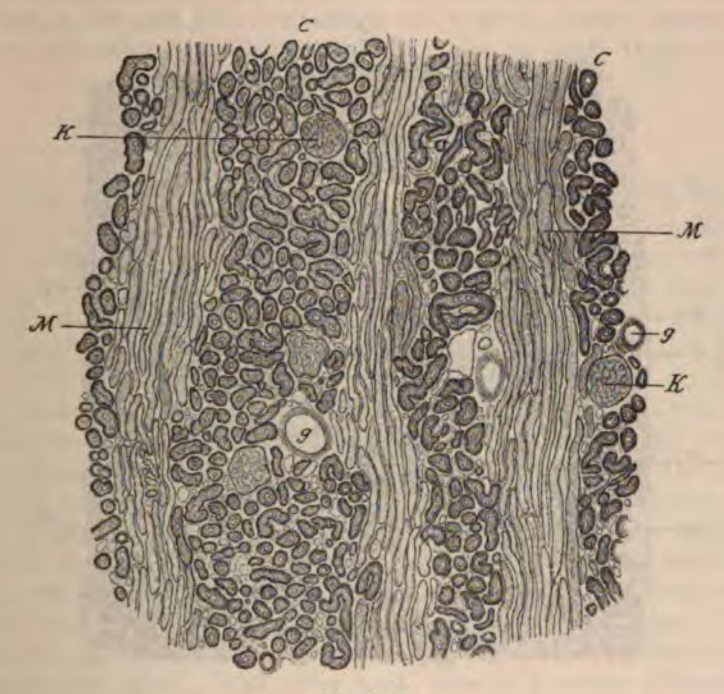


Fig. 1090.

Kleinen wie in einem Nierenlappen, so dass man im Innern derselben mehr gerade, in ihrem Umkreise gewundene Kanälchen unterscheidet. Verfolgt man die Sache genau, so sieht man, wie die Kanälchen der Pyramiden mit je einem dichten Bündel als sogenannte Markstrahlen (Figg. 1089 *c*, 1090) in ein Rindenläppchen eintreten und in der Achse desselben gerade in der Richtung gegen die Oberfläche verlaufen. Bald jedoch biegen sich einzelne und im weiteren Verlaufe immer mehr Kanälchen zur Seite, um in die eigentliche Rindensubstanz einzutreten, bis am Ende in einiger Entfernung von der Oberfläche des Organes (oder der Mitte der *Columnae Bertini*) der Markstrahl als zusammenhängende

Fig. 1090. Längsschnitt durch die Nierenrinde. *Müller*'s Fl. Vergr. 36. *C* Gewundene Harnkanälchen; *K Malpighi*'sche Körperchen; *M* Markstrahlen mit geraden Harnkanälchen; *g* Gefässe.

Bildung sich verliert. Es besteht somit jedes Rindenläppchen aus einer Achse mehr gerade verlaufender Harnkanälchen, dem Markstrahle (*Pars radiata*) und einer dieselbe kappen- oder handschuhfingerartig umgebenden Rinde von eigentlicher Rindensubstanz (*Pars convoluta*).

Die *Malpighi*'schen Körperchen, von denen die Harnkanälchen entspringen, liegen in der ganzen Dicke der Rinde des Organes von der Grenze der Pyramiden an bis auf 45 μ Entfernung von der Oberfläche, auch in den *Septa Bertini* bis zum Hilus herab, und stehen so zahlreich und im Ganzen auch so regelmässig um die Rindenläppchen herum, dass jeder senkrechte durch

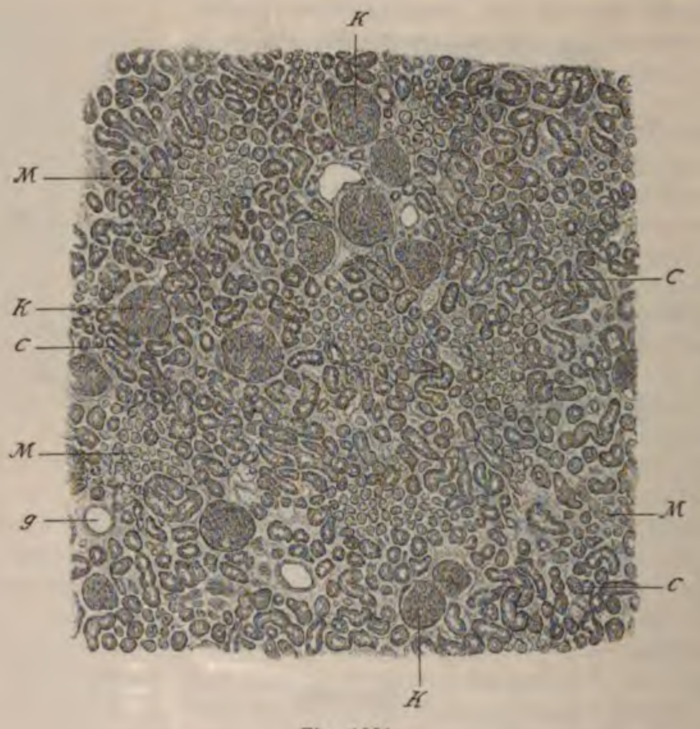


Fig. 1091.

die Rinde geführte Durchschnitt immer zwischen zweien derselben einen rothen Streifen dieser Körperchen (Fig. 1089) ergiebt. In der Regel besteht ein solcher aus einer kleinen Arterie und zwei bis vier von derselben getragenen, jedoch nicht regelmässigen Reihen von Körperchen, von denen die einen mehr zu dem einen, die andern mehr zu dem andern Rindenläppchen in Beziehung stehen. Genauere Aufschlüsse über die Beziehungen der Rindenelemente zu einander geben Schnitte quer auf die Markstrahlen (Fig. 1091), welche lehren, dass jedes

Fig. 1091. Querschnitt parallel zur Oberfläche der Nierenrinde. *Müller*'s Flüss. Vergr. 36. *C* Gewundene Harnkanälchen; *K Malpighi*'sche Körperchen; *M* Markstrahlen mit geraden Harnkanälchen; *g* Blutgefässe.

Rindenläppchen im Allgemeinen von vier Gefässsträngen (*Art.* und *Venae interlobulares*) umgeben ist und dass die *Malpighi*'schen Körperchen in jedem Querschnitte meist zu 2—5 in der zu jedem Markstrahle gehörenden eigentlichen Rindensubstanz gelegen sind. Solche Schnitte lehren aber auch zugleich, dass trotz der regelrechten Vertheilung der *Vasa interlobularia* doch die eigentliche Rindensubstanz durch die ganze Rinde eines Nierenlappens eine zusammenhängende Masse bildet. Es hat daher die Annahme derer, welche der Niere ebenso wie der Leber des Menschen kleinere Läppchen absprechen, eine gewisse Berechtigung; immerhin ist nicht zu vergessen, dass in der Niere die Harnkanälchen zweier Läppchen, obschon durch keine Grenzlinien von einander geschieden, doch nicht in der geringsten Verbindung mit einander stehen, während in der Leber die Leberzellen und Gallenkapillaren durch das ganze Organ zusammenhängen.

§ 281.

Verlauf der Harnkanälchen im Besonderen. Nachdem durch *Bowman* (1842) der bestimmte Nachweis des Zusammenhanges der *Malpighi*schen Körperchen mit den gewundenen Harnkanälchen gelungen war, von welchem nur einzelne Frühere unklare Vorstellungen gehabt hatten, glaubte man allgemein mit der Kenntniss des Verlaufes der Harnkanälchen im Reinen zu sein, und war die gang und gäbe Annahme die, dass die gewundenen Kanäle der Rinde einfach in die geraden Röhren der Markstrahlen und Pyramiden sich fortsetzen und, nachdem sie im unteren Theile dieser wiederholt zu zweien sich vereinigt, mit grösseren Stämmchen auf den Papillen in die Nierenkelche ausmünden. Wie an so manchen anderen Orten, so war jedoch auch hier der Abschluss noch nicht gegeben, und ist es das Verdienst von *Henle*, den Anstoss zu einer erneuten Prüfung des betreffenden Organes gegeben und mehrere wichtige neue Thatsachen festgestellt zu haben. Als solche sind zu bezeichnen einmal die Entdeckung von zahlreichen, in den Pyramiden gelegenen schlingenförmig umbiegenden Harnkanälchen, den von *Koelliker* sogenannten *Henle*'schen Röhrchen und zweitens der genauere Nachweis von Theilungen von Harnkanälchen auch im Bereiche der Rinde. Und wenn auch *Henle* in seiner Darstellung des Zusammenhanges der Drüsenelemente der Niere minder glücklich war, so wird er doch immer als der Forscher genannt werden, mit dem eine bessere Erkenntniss des Verlaufes der Harnkanälchen den Anfang nahm.

In wenigen Jahren nach dem Erscheinen der *Henle*'schen Arbeit (1862) wurde durch zahlreiche Nachuntersuchungen der Verlauf der Harnkanälchen so weit aufgeklärt, dass spätere Forscher den Befunden von *Ludwig* und *Zawarykin*, *Roth*, *Schweigger-Seidel*, *Odenius* und *Koelliker* (dies. Handb. 5. Aufl.) nur wenig mehr hinzufügen konnten.

Verfolgt man die Harnkanälchen von ihrem Beginne aus der die *Malpighi*schen Gefässknäuel umhüllenden *Bowman*'schen Kapsel, so kann man an denselben zwei Hauptabtheilungen, die absondernde und die ableitende unterscheiden. Die erstere beginnt mit einem kurzen, etwas engeren Halse an der Kapsel (Fig. 1093 *b*) und setzt sich in ein 42—68 μ breites, vielfach gewundenes und gedrehtes Rohr (gewundenes Harnkanälchen *Tubulus contortus*)

fort, das nach *Golgi* zunächst die Richtung gegen die Oberfläche der Nierenrinde einschlägt, dann rückläufig wird und endlich mehr gerade sich streckend oder enge Spiralen bildend — wie insbesondere beim Hunde — dem Marke zustrebt. Die gewundenen Harnkanälchen sind relativ sehr lang, nach *Schweigger-Seidel's* Untersuchungen bei Thieren etwa $^1/_4$—$^1/_5$ der Länge des ganzen Harnkanälchens und bilden die Hauptmasse der Rindensubstanz. Auf dem Wege zum Marke verschmälert sich das noch 38—42 μ dicke Kanälchen ziemlich plötzlich an der Grenzschichte der Pyramide auf einen Durchmesser von 9—15 μ und bildet ein dünnes *Henle*'sches Röhrchen (*Koelliker*, Figur 1092 *c*). Dieses Röhrchen steigt nun mehr oder weniger tief, bisweilen nahe an die Papille im Marke nach abwärts und stellt den absteigenden Schenkel der *Henle*'schen Schleife dar. Nach der Umbiegung steigt das Röhrchen als aufsteigender Schenkel der *Henle*schen Schleife fast parallel zu dem absteigenden Schenkel wieder zur Rinde empor, wobei es sich erweitert und einen Durchmesser von 23 bis 28 μ erreicht (Fig. 1092 *d*). Dieses breitere Rohrstück der Schleife wird als dickes *Henle*'sches Röhrchen (*Koelliker*) bezeichnet.

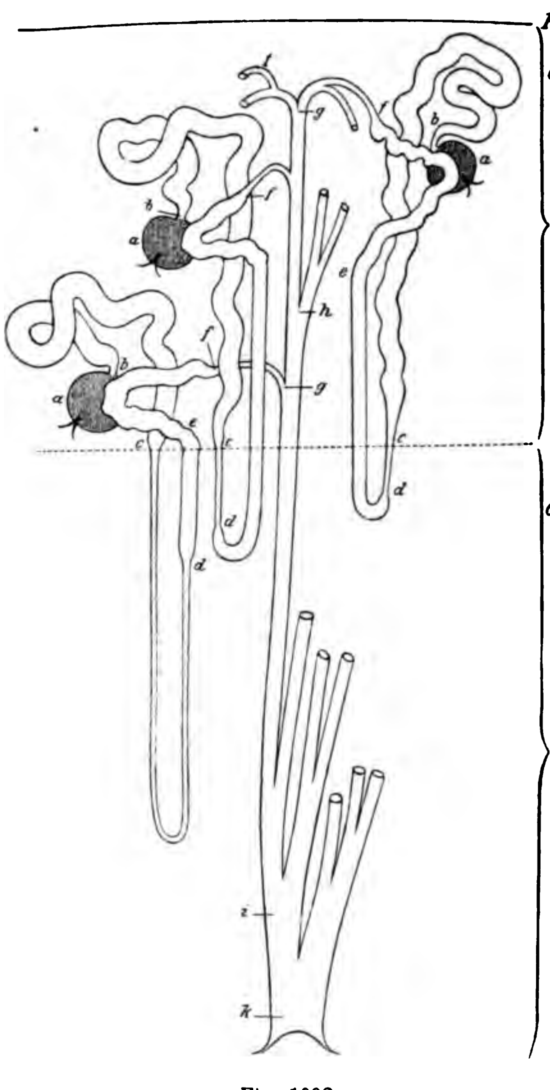


Fig. 1092.

Fig. 1092. Schema des Verlaufes der Harnkanälchen. *C Cortex corticis*; *Gr* Grenzschichte der Pyramide; *K* Kapsel; *M* Mark; *R* Rinde; *a Bowman*'sche Kapsel; *bc Tubulus contortus; cd* Dünnes, *de* dickes *Henle*'sches Röhrchen die Schleife (*ce*) bildend; *ef* Schaltstück; *fg* Verbindungsstück; *gi* Sammelrohr; *h* Theilung des Sammelrohres im Markstrahle; *k Ductus papillaris*.

Die Stelle der Erweiterung ist inkonstant; bald liegt sie noch im absteigenden Schleifenschenkel (Fig. 1092 rechts), bald in der Umbiegungsstelle selbst (Fig. 1092 Mitte), häufig aber und zwar regelmässig bei den tief in die Pyramiden hinabsteigenden Schleifen im Bereiche des aufsteigenden Schenkels (Fig. 1092 links). Das dicke *Henle*'sche Röhrchen des aufsteigenden Schenkels gelangt in einem Markstrahle wieder in die Rinde und geht in ein längeres oder kürzeres gewundenes, oft zackig hin und her geknicktes, 39—46 μ dickes Kanalstück, das Schaltstück *Schweigger-Seidel's* (gewundenes Kanälchen zweiter Ordnung) über. Dasselbe ist, wie die Untersuchungen *Schweigger-Seidel's* lehren, stets beträchtlich kürzer als das gewundene Kanälchen erster Ordnung (etwa 1/7 der Länge des letzteren)

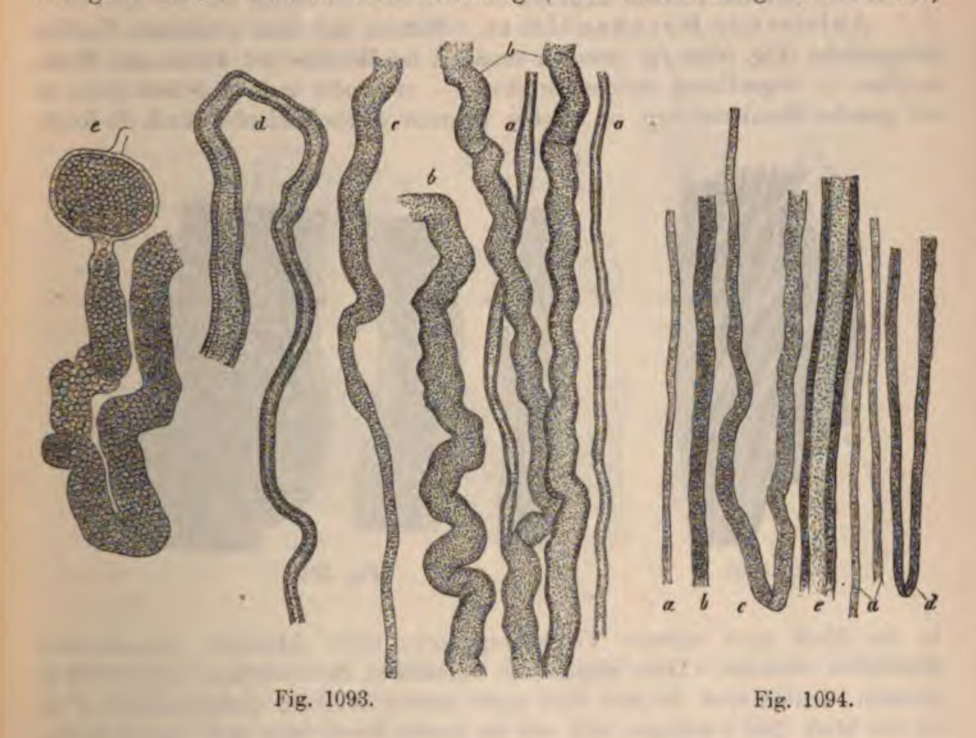


Fig. 1093. Fig. 1094.

legt sich — wie neuere Untersuchungen *C. Golgi's* und *Ove Hamburger's* ergeben — an das zugehörige *Malpighi*'sche Körperchen dort, wo die Gefässe in dieses eintreten, innig an (Fig. 1092 *e*) und geht schliesslich in ein ableitendes

Fig. 1093. Harnkanälchen der Rinde der Schweinsniere. Vergr. ca. 100. Durch starke Salzsäure (1 Th. auf 2 Th. Wasser) dargestellt. *a* Verbindungsstücke; *b* Gerade Ausläufer der gewundenen Kanälchen, *c* ein solcher mit Uebergang in ein feines *Henle*-sches Röhrchen; *d* Uebergang eines Verbindungsstückes in ein feines Sammelrohr; *e Malpighi*'sches Körperchen mit Uebergang in ein eigenes gewundenes Harnkanälchen.

Fig. 1094. Harnkanälchen der Pyramiden des Schweines, durch Salzsäure dargestellt. Vergr. 100. *a* Feine *Henle*'sche Röhrchen; *b* Gröbere *Henle*'sche Röhrchen; *c Henle*'sche Schleife, aus einem gröberen Kanälchen gebildet, mit Uebergang des einen Schenkels in ein feines *Henle*'sches Röhrchen; *d Henle*'sche Schlinge, die, gerade umgekehrt, wesentlich von einem feinen Röhrchen gebildet wird; *e* Sammelröhre.

Kanälchen über. Der Uebergang erfolgt durch ein engeres, etwa 25 μ dickes Verbindungsstück (Fig. 1092 *f*), das eine sehr wechselnde Länge zeigen kann und bald nach kurzem Verlaufe in ein Sammelrohr mündet, bald eine gegen die Nierenkapsel aufsteigende Richtung einschlägt und dabei andere Verbindungsstücke aufnehmen kann, um schliesslich im Bogen (Arkade) in ein ableitendes Harnkanälchen überzugehen. Da das aus der *Bowman*'schen Kapsel hervorgehende gewundene Kanälchen zunächst — wie *Golgi* betont — in der Richtung gegen die Nierenkapsel verläuft, erklärt sich die Existenz einer unmittelbar unter der Kapsel gelegenen, von *Malpighi*'schen Körperchen freien Zone der Nierenrinde (*Cortex corticis Hyrtl*).

Ableitende Harnkanälchen. Mittelst der eben erwähnten Verbindungsstücke (Fig. 1092 *fg*) münden zunächst im Bereiche der Enden der Markstrahlen — bogenförmig zusammentretend — zwei oder mehrere Schaltstücke in ein gerades Harnkanälchen, in welches während seines Verlaufes durch die Rinde

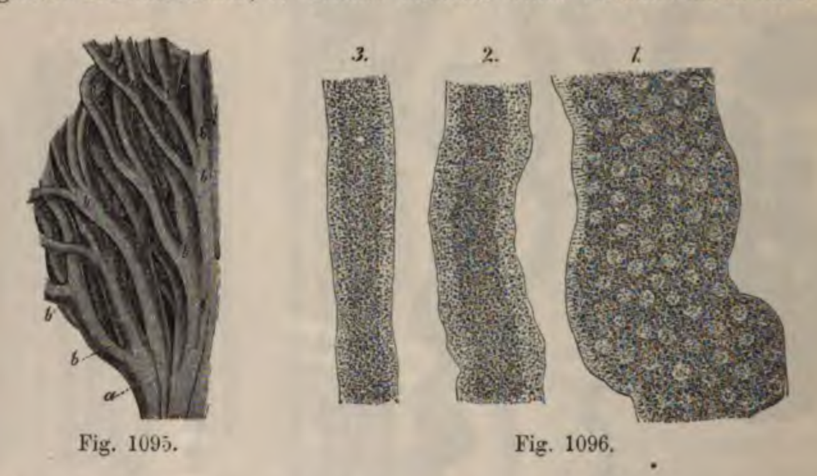


Fig. 1095. Fig. 1096.

in das Mark noch mehrere Verbindungsstücke tiefer gelegener, absondernder Kanälchen eintreten. Diese ableitenden Kanälchen, Sammelröhren (Fig. 1092 *g*) genannt, laufen nun da und dort unter spitzen Winkeln zusammentretend (*h*) in das Mark und vereinigen sich erst im Marke durch öfter sich wiederholendes Zusammenfliessen (*i*) zu grösseren Röhren, die in den Papillen selbst zu 10—30 sich vereinigend, die weiten *Ductus papillares* (Fig. 1092 *K*) bilden, welche 10—24 an Zahl — an zusammengesetzten Papillen selbst 80 und mehr (*P. Müller*) — mittelst der Poren (*Foramina papillaria*) an der *Area cribrosa* der Papillen ausmünden.

Feinerer Bau der Harnkanälchen. Die *Bowman*'sche Kapsel, welche den später zu besprechenden Gefässknäuel umschliesst, besteht aus einer

Fig. 1095. Einige gerade Harnkanälchen des Menschen nahe an einer Papille. Nach einer Injektion von *Hyrtl*. Vergr. etwa 10. *a* Weiteres Kanälchen; *b* Theilungsstellen.

Fig. 1096. Harnkanälchen aus der Rinde der Niere des Schweines, durch Salzsäure dargestellt. Vergr. 400. 1. Gewundenes Kanälchen, 2. weitere, 3. feinste Sammelröhre.

strukturlosen Grundhaut, *Membrana propria*, welcher innen ein aus platten polygonalen Zellen gebildetes Epithel aufsitzt. Sowohl die *Membrana propria* als das Epithel setzen sich direkt auf das gewundene Harnkanälchen fort. Die *Membrana propria* ist deutlicher als an den meisten anderen Drüsen, lässt sich relativ leicht isoliren und erscheint an frischen Präparaten von glasartiger Durchsichtigkeit etwa wie das *Sarcolemma* einer Muskelfaser. Gegentheilige Angaben von *G. Rühle* (in Arch. f. Anat. Phys. anat. Abth. **1897**, S. **153**), welchen zufolge die *Membrana propria* eine dicht feinfaserige Struktur haben soll, betrachte ich als auf Trugbildern beruhend, welche durch Schrumpfung und Fältelung der im Leben strukturlosen Membran hervorgerufen werden. Ebenso scheinen mir die von *Disse* (**1898**) an Silberimprägnationen gesehenen Netzzeichnungen eine faserige Struktur der *Membrana propria* nicht zweifellos zu

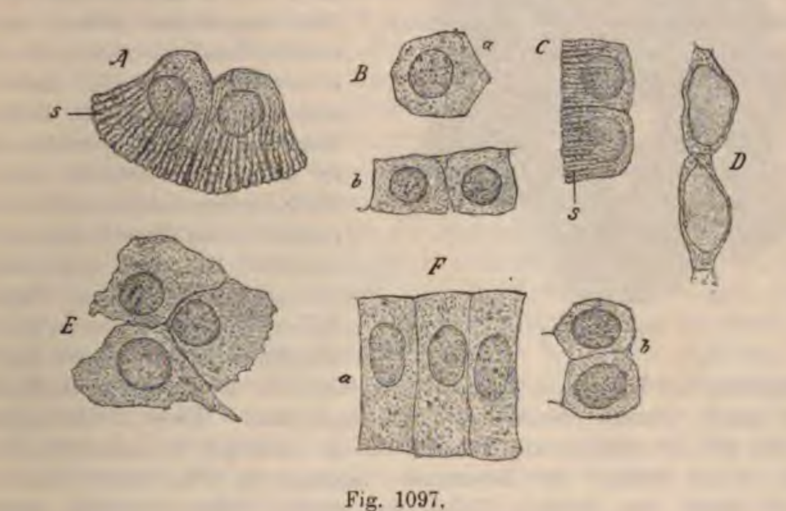


Fig. 1097.

beweisen. Die *Membrana propria* ist im Bereiche der gewundenen Kanälchen zart, relativ dicker und im Querschnitte deutlich doppelt kontourirt, im Bereiche der dünnen *Henle*'schen Röhrchen, wieder zarter in den dicken *Henle*'schen Röhrchen, den Schalt- und Verbindungsstücken, sowie in den Sammelröhren. Im Verlaufe der Sammelröhrchen wird die *Membrana propria* gegen die Papillen hin allmählich äusserst zart und im Bereiche der *Ductus papillares* und ihrer Hauptäste ist eine solche überhaupt nicht mehr nachzuweisen, wie *Beer* richtig angiebt.

Das durchwegs einschichtige und einreihige Epithelium der Harnkanälchen zeigt im Verlaufe der Harnkanälchen einen mehrmaligen Wechsel. Das niedrige, platte Epithel der *Bowman*'schen Kapsel reicht bis an den engen

Fig. 1097. Epithelzellen von Harnkanälchen des Meerschweinchens, mit 5% Ammoniumchromat isolirt. Vergr. 850. *A Tubulus contortus*; *s* Stäbchen. *B* Verbindungsstück; *a* Flächenansicht; *b* Profil. *C* Dickes *Henle*'sches Röhrchen; *s* Stäbchen. *D* Dünnes *Henle*'sches Röhrchen, Profil. *E* Feinstes Sammelrohr, Flächenansicht. *F* Dickes Sammelrohr nahe der Papille; *a* Profil-, *b* Flächenansicht.

Hals des, aus derselben entspringenden Harnkanälchens oder macht bisweilen noch im Bereiche der Kapsel selbst einem höheren Epithel Platz, das mit charakteristischer Struktur die gewundenen Kanälchen auskleidet. Das Epithel der gewundenen Harnkanälchen erscheint frisch untersucht von dicht feinkörnigem Ansehen, wodurch die Kanälchen ziemlich undurchsichtig erscheinen. Die Grenzen der Zellen sind schwer oder gar nicht wahrnehmbar, weshalb dieses trübe Epithel früher (*C. Ludwig*) als eine zusammenhängende kernhaltige Masse, als eine Art Syncytium betrachtet wurde. Zertrümmert man durch Quetschen ein Stückchen ganz frischen Rindengewebes mit gewundenen Harnkanälchen ohne Zusatz, so sieht man eine Unzahl sehr kleiner Körnchen, die zum Theil *Brown*'sche Molekularbewegung zeigen, isolirt herumschwimmen, was in Kombination mit dem Bilde unverletzter Zellen, wie mir scheint, besser als nach *Altmann*'s oder anderen Methoden fixirte Präparate beweist, dass den Zellen der Harnkanälchen eine granuläre Struktur im lebenden Zustande zukommt. Die Körnchen sind aber nicht überall regellos in dem Protoplasma der Zelle zerstreut. Letzteres zeigt vielmehr in dem äusseren basalen Theile der Zellen, ähnlich wie dies in den Speichelröhren der Unterkiefer- und Ohrspeicheldrüse der Fall ist (s. § 220, S. 44), eine sehr deutliche von *R. Heidenhain* zuerst genauer geschilderte Stäbchenstruktur. Diese Stäbchenstruktur tritt, wie *Heidenhain* angab und leicht zu bestätigen ist, ungemein deutlich hervor, wenn Stücke der Nierenrinde tagelang in 5 % Ammoniumchromat gelegen haben. An isolirten Zellen aus solchen Nieren ist dann leicht zu erkennen, dass der basale Theil der Zelle aus dicht neben einander liegenden, von einander völlig isolirbaren, dünnen Stäbchen besteht, welche gegen den inneren, der Lichtung des Harnkanälchens zugewendeten Theil der Zelle allmählich an Deutlichkeit abnehmen, indem sie in der Umgebung des Zellkernes in einer nicht stäbchenartig differenzirten Protoplasmamasse sich verlieren. Die Stäbchen sind nach *Lorenz* beim Menschen im Mittel 6,5 μ lang und 0,5—0,8 μ dick. Sie werden unter einander durch eine Verbindungsmasse, welche als nicht differenzirtes Protoplasma anzusehen ist, zusammengehalten, in welcher mitunter auch körnige Massen, namentlich aber Fetttropfen (s. Fig. 1098) enthalten sein können.



Fig 1098.

Die Stäbchenstruktur lässt sich, wenn auch weniger deutlich, mit anderen Reagentien als Ammoniumchromat und auch an ganz frischen Objekten erkennen. An ohne Zusatz zertrümmerten frischen Zellen erhält man in der Regel nur

Fig. 1098. Schnitt von der Nierenrinde der Katze. *Hermann*'s Flüss. Vergr. 530. *b* Bürstenbesatz; *f* Fetttröpfchen; *k* Kerne, *s* Stäbchen der Epithelzellen der gewundenen Harnkanälchen. In der Mitte Querschnitt eines Verbindungsstückes.

sehr vereinzelte, kurze, eine Reihe von 2—4 Körnchen enthaltende Stäbchen, in der Hauptsache aber völlig isolirte Körnchen; an Schnitten fixirter (Sublimatgemische, *Flemming's* Fl. etc.) Präparate kann man ebenfalls erkennen, dass in den Stäbchen Reihen hinter einander liegender Körnchen sind, wie *Th. Rothstein* (in Biologiska Föreningens Förhandlingar. Stockholm 1891, S. 53), der die Stäbchen Kugelfäden nennt, richtig angiebt. Doch sind die Körnchen in einer zusammenhängenden cylindrischen Masse eingebettet, die die eigentliche Substanz der Stäbchen darstellt. Ausser der Stäbchenstruktur wurde an den Zellen der gewundenen Harnkanälchen zuerst von *Nussbaum* (in *Pflüger's* Arch. 16. Bd.) noch ein zweites merkwürdiges Strukturverhältniss bemerkt, nämlich eine Art cuticularer Bedeckung der, der Lichtung zugewendeten Seite der Zelle, welche mit dem Namen Bürstenbesatz oder Bürstensaum bezeichnet wird. Dieser Bürstensaum ist ein äusserst zartes Gebilde, das in mancher Beziehung an den Cuticularsaum der Cylinderzellen des Darmepitheles erinnert, jedoch an frischen Nierenkanälchen nicht wohl gesehen werden kann, da die trübkörnige Masse der Stäbchen die Umgebung der Lichtung der Kanälchen nur undeutlich erkennen lässt. An Schnitten fixirter Präparate — nach *Sauer* am besten solcher, welche mit dem von *van Gehuchten* empfohlenen Chloroform-Gemische behandelt sind — lassen sich jedoch die Bürstensäume als eine äusserst feine, dicht stehende Streifung (Fig. 1098 *b*) erkennen. Bei schlechter Fixirung der Präparate, namentlich bei der so häufig eintretenden Vakuolisirung der Zellen gehen die Bürstensäume leicht zu Grunde. Sie sind aber, wie zuerst *Lorenz* (in Zeitschr. f. klin. Medizin, 15. Bd. 1889) nachwies und *Omer van der Stricht*, *Nicolas* und *H. Sauer* bestätigten, ein konstanter Bestandtheil der Zelle und fehlen, von pathologischen Vorgängen abgesehen, bei entsprechender Fixirung der Präparate, niemals. Die Dicke der Bürstensaumes ist nach *Lorenz* im Mittel 2—3 μ, die Dicke der Härchen von kaum messbarer Feinheit, höchstens 0,5 μ. *Klein* und *Renson* geben an, den Bürstensaum in flimmernder Bewegung gesehen zu haben und *W. Krause* (in Nachträge zur allgem. u. mikrosk. Anat. [1881] S. 75) glaubt, mit Rücksicht auf die längst bekannte Thatsache des Vorkommens von Flimmerepithel im Halse des aus der Kapsel austretenden Harnkanälchens bei niederen Thieren (Fische, Amphibien), dass der Anfangstheil der Harnkanälchen bei allen Thieren Flimmerhaare besitze. Jüngst behauptete jedoch *Trambusti* (in Communicatione fatta all' Accademia di Scienze Med. e Natur. in Ferrara 24 Maggio 1898) die von vielen Autoren beschriebenen und auch hier in Fig. 1098 abgebildeten Härchen seien ein Trugbild; in Wahrheit handle es sich um einen niederen, gestreiften Saum, durch welchen das Sekret hindurchgepresst werde, das an fixirten Präparaten in Form von schmalen, dicht gedrängten Bläschen gerinnend, als Bürstenbesatz erscheine. Wie immer die Frage über das Wesen des Bürstenbesatzes schliesslich entschieden werden mag, so viel steht jedenfalls bereits fest, dass am freien Zellenende eine eigenthümliche cuticulare Bedeckung von streifiger Beschaffenheit vorhanden ist, die von der Stäbchenstruktur des basalen Zellenendes gänzlich verschieden und ohne direkten Zusammenhang mit derselben ist.

Mit der Stäbchenstruktur stehen aber gewisse Eigenthümlichkeiten der Form der Zellen der gewundenen Harnkanälchen in Beziehung. Da die äussere

Hälfte der Zellen durch und durch aus Stäbchen besteht, welche auch die Seitenflächen bilden, haben diese letzteren nicht eine glatte, sondern eine gestreifte Oberfläche, welche durch Stäbchen und dazwischen liegende formlose Substanz gebildet wird. Die Intercellularsubstanz bildet jedoch, wie man sich an mit Silbernitrat behandelten gewundenen Harnkanälchen überzeugen kann, ziemlich ebene Scheidewände, indem die Umrisse der Zellen in der Aufsicht aus Polygonen mit geraden, kaum da und dort merklich welligen Seiten bestehen. Anders gestaltet sich das Bild, wenn man Nierenstückchen nach der schnellen *Golgi*methode imprägnirt. Hiebei ereignet es sich nicht selten, dass ausser der Intercellularsubstanz in der ganzen Dicke des Epithels auch noch die oberflächlich liegenden Stäbchen oder die zwischen denselben befindlichen Substanzstreifen da und dort mit Chromsilber sich schwärzen, wodurch der Anschein entsteht, als griffen die Zellen mit vielfach mäandrisch gewundenen Linien in einander (Fig. 1099). In der That wurde das Bild von *Böhm* und *v. Davidoff* (in Lehrb. der Histol.) und von *Landauer* (in Anat. Anzeiger 10. Bd.) in



Fig. 1099.

dieser Weise aufgefasst und *Landauer* geht sogar mit Unrecht so weit, die Stäbchenstruktur als ein Trugbild, bedingt durch die kanellirte Oberfläche der Zellen, welche mit Leisten und Buchten in einander greifen, zu erklären. An Isolationspräparaten, namentlich nach vorausgehender Behandlung mit Ammoniumchromat kann man in Folge des Auseinanderweichens der Stäbchen an der Oberfläche, besonders wenn die Zellen in etwas schräger Ansicht vorliegen, ebenfalls die Contouren der Zellen mit reichlichen Zacken und Buchten, welche in einander greifen, sehen, was *Seraphima Schachowa* (in Unters. ü. d. Nieren, Bern 1876, Diss.) veranlasste, die Stäbchenepithelzellen mit den Stachel- und Riffzellen geschichteter Epithelien zu vergleichen; ein Irrthum, den bereits *R. Heidenhain* (in *L. Hermann*'s Handb. d. Physiol. V. Bd. I. Abth. S. 286) berichtigte.

Intercellularbrücken scheinen zwischen den Stäbchenzellen nicht vorzukommen; wenigstens sind solche an einfachen Silberpräparaten nicht zu beob-

Fig. 1099. Theil eines gewundenen Harnkanälchens vom Meerschweinchen. *Golgi*-Präparat. Vergr. 850. Intercellularsubstanz sammt Theilen der angrenzenden Zellen mit ihren Stäbchen durch Silber gefärbt. *J* Intercellularsubstanz; *K* Zellkerne; *s* Stäbchen in schräger Ansicht.

achten; die Seitenflächen der Zellen sind wohl durch eine gleichmässige Intercellularsubstanz, die mit der Masse zwischen den Stäbchen der Zellen zusammenhängt, unter einander verbunden, mit Ausnahme der Innenflächen der Zellen, in deren Bereich die Verbindung durch Schlussleisten, welche in der Höhe des cuticularen Saumes liegen, erfolgt. Sekretkapillaren, wie sie in den Eiweissspeicheldrüsen u. s. w. vorkommen, fehlen zwischen den Stäbchenzellen, wie überhaupt in den Harnkanälchen, vollständig.

In den dünnen *Henle*'schen Röhrchen ist das Epithel von gänzlich anderer Beschaffenheit. Die Zellen erscheinen als längliche, stark abgeplattete Polygone, von feinkörniger, mehr durchsichtiger Beschaffenheit mit relativ grossen Kernen, welche gegen die enge Lichtung stark vorragen. In Folge dessen erscheint die Lichtung des Kanälchens wellig gebogen, da die Vorragungen der Kerne alterniren. An mit Ammoniumchromat behandelten Präparaten quellen die Zellkerne dieser Röhrchen besonders stark (Fig. 1097) und bilden die Hauptmasse der Zellen. Durch die starke Abplattung erinnern die Zellen an die Endothelien von Blutgefässen und die Querschnitte solcher Röhrchen (Fig. 1101) könnten mit Blutkapillaren fast verwechselt werden, wenn nicht die dicke *Membrana propria* und die relativ grössere Zahl der Zellen beziehungsweise Zellkerne doch zu auffällig wäre.



Fig. 1100.

Die dicken *Henle*'schen Röhrchen zeigen im Bereiche des aufsteigenden Schleifenschenkels wiederum eine dem Epithelium der gewundenen Kanälchen sehr ähnliche Auskleidung. Nur sind die Zellen niedriger und die Stäbchen dementsprechend kürzer. Dasselbe gilt auch von den Zellen der Schaltstücke oder der gewundenen Kanälchen zweiter Ordnung, die, obwohl es etwas misslich ist, über die Lichtungen der Harnkanälchen etwas Allgemeines auszusagen, da sie ja von der Füllung derselben abhängig ist, regelmässig eine ziemlich weite Lichtung umschliessen, wie bereits *Schweigger-Seidel* hervorhebt. Wegen der geringen Höhe der Zellen erscheinen die Schaltstücke im Ganzen viel durchsichtiger als die gewundenen Kanälchen erster Ordnung mit ihren bedeutend höheren Epithelzellen. Die grössere Durchsichtigkeit der Schaltstücke wird aber auch wesentlich dadurch bedingt, dass die Zellkerne relativ

Fig. 1100. *Henle*'sche Röhrchen aus der Niere des Schweines, durch Salzsäure einzeln dargestellt. Vergr. 400. 1. Schlinge eines dünnen *Henle*'schen Röhrchens. 2. Uebergang eines dicken Röhrchens in ein dünnes. 3. Schlinge eines dicken Röhrchens.

viel dichter stehen, als in den gewundenen Kanälchen. Während die Schaltstücke noch ein, wenn auch niedriges, Stäbchenepithel zeigen, tritt bereits in den Verbindungsstücken das Epithel auf, das auch die feinsten Sammelröhren auskleidet.

Es sind dies ziemlich niedrige Zellen mit polygonalem Umrisse, der jedoch bereits wie an den Zellen in den feinsten Sammelröhren die Eigenthümlichkeit zeigt, dass manchmal die Ecken der Polygone in kürzere oder längere Fortsätze ausgezogen erscheinen, welche zwischen die Nachbarzellen hineinragen. Die Zellen entbehren der Stäbchenstruktur, erscheinen ziemlich durchsichtig und feinkörnig, färben sich im Gegensatze zu den Stäbchenepithelien an fixirten Präparaten nur schwach in Eosin und ähnlich wirkenden Farbstoffen.



Fig. 1101.

In den feinsten Sammelröhren der Markstrahlen werden die Epithelzellen etwas grösser und zeigen, wie zuerst *R. Heidenhain* hervorhob, in ausgezeichneter Weise Unregelmässigkeiten des polygonalen Umrisses in Form von Fortsätzen, welche zwischen die Nachbarzellen eindringen.

Die grösseren Sammelröhren des Markes, welche durch Vereinigung der feineren entstehen, zeigen ein helles, feinkörniges Cylinderepithel mit deutlichen Schlussleisten, das an Höhe gegen die Papille zunimmt und in den *Ductus papillares* Zellen von 20—24 μ Höhe und 6—9 μ Breite aufweist. In den stärkeren Sammelröhren bemerkt man, namentlich deutlich an in Sublimat fixirten Präparaten, zwischen den hellen Cylinderzellen in wechselnder Zahl auffallend schmale, dunklere Zellen, welche sich in Eosin stark färben und stark tingirbare Kerne besitzen. Sie erinnern an die *Stöhr*'schen Zellen der Pylorusdrüsen (siehe S. 161 und speziell *R. Steiger* in *Virchow*'s Arch. 104. Bd. S. 122). An den Zellen aller Abtheilungen der Harnkanälchen konnte *Zimmermann* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 52. Bd. S. 659) ein doppeltes Centralkörperchen nachweisen, das mit Ausnahme der Sammelröhren dicht an der freien Zellenoberfläche liegt und in den Verbindungsstücken und dünnen *Henle*'schen Röhrchen mit einer in das Lumen ragenden feinen Geissel versehen sein soll.

Fig. 1101. Querschnitt durch den mittleren Theil einer Nierenpyramide. *Müller*'s Flüss. Vergr. 325. *ab* Dünne absteigende, *af* dicke aufsteigende *Henle*'sche Röhrchen; *b* Blutgefässe; *s* Sammelröhren. Die Epithelien theilweise von der *Membrana propria* abgehoben.

Da die Epithelien im Verlaufe der Harnkanälchen öfter wechseln, ergeben sich an Durchschnitten durch verschiedene Regionen der Niere sehr mannigfaltige Bilder. Querschnitte durch die Rinde lassen im Bereiche der Markstrahlen Querschnitte vereinzelter Sammelkanälchen und von Verbindungskanälchen neben zahlreicheren mit Stäbchenepithel ausgekleideter Röhrchen erkennen, welche letztere theils nach abwärts steigenden gewundenen Kanälchen, die weiterhin in dünne *Henle*'sche Röhrchen übergehen, theils aufsteigenden dickeren *Henle*'schen Röhrchen angehören. Im Bereiche des benachbarten Nierenlabyrinthes sieht man um die *Malpighi*'schen Körperchen die mannigfaltigen Durchschnitte der mit Stäbchenepithel ausgekleideten gewundenen Harnkanälchen (I. Ordnung) die Hauptmasse bilden. Vereinzelt sieht man namentlich in der Nähe der *Malpighi*-schen Körperchen und der grösseren Blutgefässe die durch geringeren Durch-

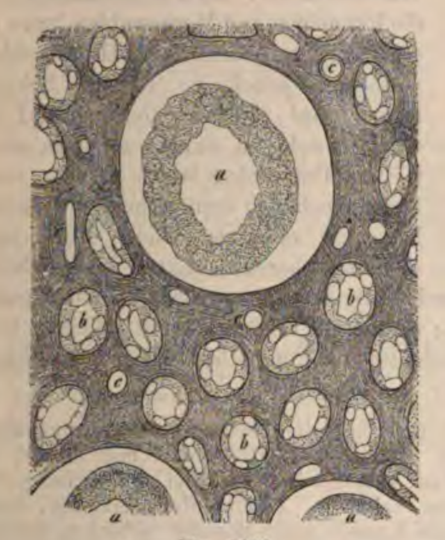


Fig. 1102.



Fig. 1103.

messer, weitere Lichtung und dichter stehende Zellkerne erkennbaren Schaltstücke (gewundene Kanälchen II. Ordnung) getroffen, da und dort, besonders in der Nähe der Markstrahlen, Durchschnitte der engen Verbindungsröhren mit ihrem in Eosin kaum sich färbenden niedrigen Epithel. Die am leichtesten verständlichen Querschnitte sind jene, welche durch die Basis der Pyramiden geführt sind. Man findet hier (Fig. 1101) grössere Sammelröhren durch ihr hohes Cylinderepithel leicht kenntlich, dazwischen die Durchschnitte der dünnen und dicken *Henle*'schen Röhrchen, welche sich durch ihre Dimensionen und ihre Epithelauskleidung ebenfalls ohne Schwierigkeit von einander und den Durch-

Fig. 1102. Querschnitt von der Spitze einer Papille der Schweinsniere. Vergr. 400. *a* Sammelröhren; *b* Dünne *Henle*'sche Röhrchen; *c* Blutgefässe.

Fig. 1103. *Henle*'s schleifenförmige Kanälchen mit Kalkinfarkt, aus einer Nierenpapille des Menschen. Der Schnitt mit *Natr. caust. dil.* behandelt. Vergr. 23.

schnitten der Blutgefässe unterscheiden lassen. Je weiter gegen die Papille die Querschnitte geführt werden, um so dicker werden die Sammelröhren und um so seltener die dicken *Henle*'schen Röhrchen, welche endlich ganz verschwinden. Man sieht dann, abgesehen von den Blutgefässen und dem an Masse zunehmenden Bindegewebe, nur mehr dicke Sammelröhren und feine *Henle*'sche Röhrchen. Im Bereiche der Papille selbst verschwinden endlich auch die Querschnitte der dünnen *Henle*'schen Röhrchen und bilden schliesslich die *Ductus papillares* die einzigen Harnkanälchen. An Längsschnitten durch die Pyramiden und Markstrahlen kann man die längsgetroffenen geraden Harnkanälchen verfolgen; jedoch an dünnen Schnitten niemals auf längere Strecken und man erhält sowohl an einfach tingirten als injicirten Präparaten leicht Bilder, welche Zusammenhänge vortäuschen, die thatsächlich nicht vorhanden sind. Doch lassen sich an dickeren Schnitten frischer Nieren, welche mit Kali- oder Natronlauge durchsichtig gemacht werden, die Umbiegungen der *Henle*'schen Schleifen erkennen; ebenso an Präparaten mit injicirten Harnkanälchen, von welchen dickere Schnitte in ätherischen Oelen durchsichtig gemacht werden.



Fig. 1104.

Henle, der Entdecker der nach ihm benannten Schleifen der Harnkanälchen, welche früher nur *Hassall* (Mikrosk. Anat. Pl. LVIII, Fig. 1 und S. 428, 429) abgebildet aber nicht richtig gedeutet hatte, glaubte, dass zweierlei von einander völlig unabhängige Systeme von Harnkanälchen existiren. Einmal Harnkanälchen, welche mittelst der Schleifen je zwei *Bowman*'sche Kapseln unter einander verbinden, und blind geschlossen gar nicht an der Papille münden. Zweitens die an den Papillen mündenden geraden Harnkanälchen, welche in der Rinde ein Netz bilden sollten, das nirgends mit den durch die Schleifen verbundenen Systemen der gewundenen Harnkanälchen zusammen hinge. Die offenen Harnkanälchen sollten die wesentlichen Harnbestandtheile, die blind geschlossenen Schleifensysteme das Wasser absondern. Mit dieser Annahme glaubte *Henle* auch zu erklären, dass die sog. Harnsäureinfarkte der Kinder in den offenen Kanälchen, die Kalk- und Fettablagerungen, sowie die von *Henle* bei *Morbus Brighti* zuerst beschriebenen Eiweisscylinder (in Zeitschr. f. rat. Med. I, S. 68) in den Schleifen sich finden. Die zahlreichen Nachuntersuchungen, welche diese Angaben hervorriefen, stellten jedoch fest, dass die Schleifen keineswegs blind geschlossene Systeme sind, sondern sammt und sonders in die Sammelröhren einmünden. Doch blieb die Frage ob es netzartige oder bogenförmige Anastomosen der Sammelröhren in der Rinde giebt, offen.

Bogenförmige, aus den Sammelröhrchen sich fortsetzende Harnkanälchen kommen am Ende der Markstrahlen in der Rinde unzweifelhaft vor und *Henle* hält noch in

Fig. 1104. Senkrechter Schnitt aus der Mitte der Pyramide einer vom Ureter aus injicirten Niere eines jungen Hundes. Alle deutlich vortretenden feineren Kanäle sind stärkere *Henle*'sche Röhrchen, die zahlreiche Schleifen bilden, von denen einige eine Fortsetzung in die feineren *Henle*'schen Röhrchen zeigen, von denen auch sonst einige sichtbar sind. Geringe Vergr.

der zweiten Auflage seiner Anatomie (Eingeweidelehre S. 319, Braunschweig 1873) daran fest, dass es sich bei diesen Arkaden um Anastomosen von Sammelröhren handle, eine Deutung der sich auch *R. Heidenhain* (in *L. Hermann's* Handb. d. Phys., V. Bd., I. Abth., S. 283) auf Grund der Untersuchung eines Injektionspräparates von *Henle* wenigstens für einzelne Fälle anschliesst. Die Mehrzahl der Autoren erklärt die Arkaden als bogenförmig in die Sammelröhren übergehende Verbindungskanälchen der Schaltstücke und insbesondere hat *Koelliker* auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen (5. Aufl. d. Handb. S. 501) sich, wie *Odenius* dahin ausgesprochen, dass es aufsteigende Rindenkanälchen giebt, die wie feinste Sammelröhren mehrere Schaltstücke aufnehmen (Fig. 1105). Was die netzförmigen Anastomosen der feineren Sammelröhren betrifft, welche nur *Henle* und *Chrzonszczewsky* angenommen haben, so darf es wohl heute als sicher gelten, dass solche Netze nicht existiren und zwar sowohl auf Grund der Ergebnisse der Injektionen als der Isolationen, welchen letzteren man indessen den Einwurf entgegenhalten kann, dass die Netze beim Isoliren zerreissen.



Fig. 1105.

An gut gelungenen Injektionen von Nieren junger Hunde, wie mir solche von *C. Toldt* zur Verfügung gestellt wurden und an welchen die geraden Kanälchen sammt Schaltstücken und Schleifen bis in die gewundenen Kanälchen und *Bowman*'schen Kapseln an vielen Stellen ohne Spur eines Extravasates mit Berlinerblau gefüllt waren, konnte ich nirgends Netze von Harnkanälchen auffinden, so wenig als dies *Koelliker* (dieses Handbuch 5. Aufl.) und der Mehrzahl anderer Untersucher gelungen ist. Gegen die Netzbildung sprechen auch die Vorgänge bei der Entwicklung der Harnkanälchen. Sobald die Nierenanlage sich abgrenzt, sieht man den Nierenkanal, der die Anlage des Harnleiters sammt Nierenbecken und der Harnkanälchen darstellt, in deutlich baumartig sich theilenden Sprossen bis an die Anlage der Nierenkapsel vordringen. Die Enden der Sprossen erscheinen auffallender, wie jene sich entwickelnder tubulo-acinöser Drüsen, verdickt und später ampullenartig erweitert. Knapp unterhalb dieser Verdickungen legen sich nun kurze enge Kanälchen an, welche eine S-förmige Biegung und an ihrem Ende eine löffelartige Abplattung zeigen, aus der wie *C. Toldt* und *B. Riedel* zuerst genauer darlegten, die *Bowman*'sche Kapsel hervorgeht. Die kontroverse Frage, ob diese S-förmigen Kanälchen, welche zweifellos die Anlage des ganzen absondernden Harnkanälchens von der *Bowman*'schen Kapsel bis zur Einmündung in das Sammelrohr enthalten, primär selbständig als Zellballen im Mesodermgewebe sich differenziren und erst sekundär mit den terminalen Aesten des Nierenkanales sich in Verbindung setzen oder wie ich mit *Toldt*, *Koelliker*, *Golgi* und *Sedgwick Minot* (in Lehrb. d. Entw.) annehme, direkt aus den letzteren hervorsprosst, soll hier nicht weiter erörtert werden. Jedenfalls ist sicher, dass zu einer Zeit, wo die Anlagen der *Bowman*'schen Kapseln und der Gefässschlingen, aus welchen die *Malpighi*'schen

Fig. 1105. Sammelröhren der äusseren Theile der Rinde der Schweinsniere, vom Ureter aus injicirt, doch sind der Deutlichkeit halber nicht alle eingespritzten Kanälchen dargestellt. Vergr. 10. *k* Grosse Sammelröhren der Rinde mit gabelförmigen Theilungen im Verlaufe und bei *i* Bogen (Arkaden) bildend. An einem Bogenschenkel rechts sieht man die Entstehung desselben aus tief gelegenen Verbindungskanälen. Links ist ein ähnlicher Ursprungsschenkel einer Arkade dargestellt, dessen Anfang jedoch nicht sichtbar war. *g* Verbindungskanäle, nicht überall gleich aufgegangen oder vielleicht nicht überall von derselben Stärke; *f* Fortsetzungen der dicken *Henle*'schen Röhrchen in der Rinde.

Körperchen hervorgehen, bereits deutlich sind, die absondernden Kanälchen mit ableitenden Kanälen so in Verbindung stehen, dass irgend eine Netzbildung an den Enden der Sammelröhren sicher ausgeschlossen werden kann. Die Weiterentwicklung geht nun so vor sich, dass während das *Malpighi*'sche Körperchen sich ausbildet, das S-förmige Harnkanälchen in ein gewundenes Harnkanälchen sammt Schleife, Schalt- und Verbindungsstück sich umwandelt und weiterhin das primitive Sammelrohr, in welches die erst gebildeten gewundenen Kanälchen einmünden, rindenwärts weiter wächst und neue Anlagen von S-förmigen Kanälchen seitlich von der Endknospe aussendet, wobei es auch zu Theilungen des fortsprossenden Sammelrohres kommt. Dieser Prozess geht fort bis nach der Geburt und noch bei jungen Thieren und Kindern aus den ersten Lebenswochen findet man Harnkanälchen, knapp unter der Nierenkapsel, in erster Bildung, während an der Grenzschichte gegen die Pyramide die ältesten in der Ausbildung am weitesten fortgeschrittenen Rindenbezirke liegen. Es zeigt sich während der Entwicklung kein Vorgang der auf die Bildung von netzartigen Verbindungen von Harnkanälchen oder Sammelröhren schliessen liesse. Die Ausbildung der einzelnen Abschnitte der Harnkanälchen hat Golgi an Isolationspräparaten genau verfolgt. Die untere Biegung des S entspricht der Konkavität, welche den *Malpighi*'schen Gefässknäuel aufnimmt, während die obere mit ihrem Ende den Uebergang in das Sammelrohr vermittelt. Die

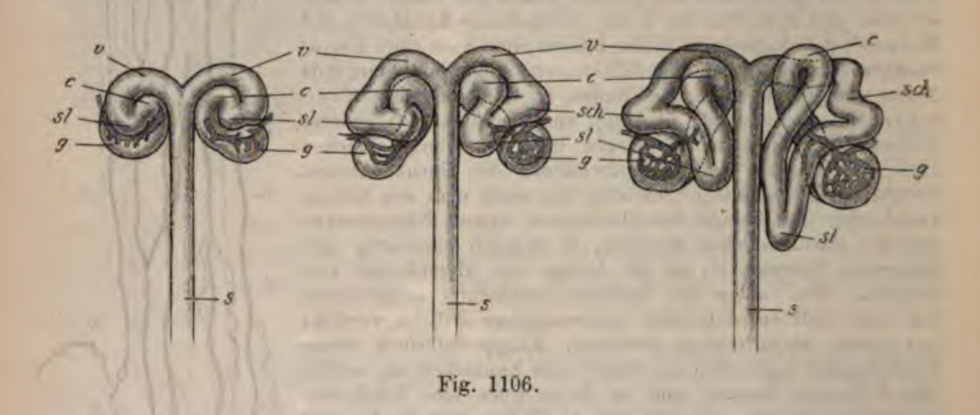


Fig. 1106.

Konvexität der unteren Krümmung wächst nun nach aufwärts in der Richtung gegen die Nierenkapsel, legt sich in Windungen und bildet so das gewundene Kanälchen; die Konvexität der oberen Krümmung wächst dagegen in Form einer immer mehr sich verlängernden Schleife nach abwärts gegen das Mark und überkreuzt dabei den aus der *Bowman*'schen Kapsel kommenden Anfangstheil des Harnkanälchens. Die obere Krümmung des S wird so zur *Henle*'schen Schleife sammt Schalt- und Verbindungsstück. Diese durch die Entwicklung gegebenen Lagebeziehungen der Abtheilungen des secernierenden Harnkanälchens finden noch in den bleibenden Verhältnissen ihren Ausdruck, indem, wie *Golgi* und auch *Hamburger* betonen, das aus dem aufsteigenden Schleifenschenkel hervorgehende Schaltstück sich regelmässig an das zugehörige *Malpighi*-sche Körperchen anlegt, ehe es in das zum Sammelrohre führende Verbindungsstück übergeht. In der That findet man dem entsprechend, auch an Schnitten von Nieren Erwachsener, Schaltstücke sehr häufig in der Nähe der *Malpighi*'schen Körperchen und der grösseren Blutgefässe, wie *Ribbert* hervorhebt und wie leicht zu bestätigen ist. Die Art der Ausbildung der Harnkanälchen lässt also nirgends Netzbildungen, sondern nur Windungen der terminalen Aeste verzweigter Röhren erkennen. Allerdings ist ein

Fig. 1106. Schema der Entwicklung der Harnkanälchen nach *Golgi*. *c* Gewundenes Kanälchen; *g* Gefässknäuel; *s* Sammelröhrchen; *sch* Schaltstück; *sl* *Henle*'sche Schleife; *v* Verbindungsstück.

Punkt in der Entwicklung der Harnkanälchen noch nicht ganz aufgeklärt. Es ist dies das Vorkommen von verästelten Verbindungskanälen, welche von der Rinde gegen das Mark nach abwärts laufend mehrere Schaltstücke aufnehmen und die sogenannten Arkaden bilden, welche *Henle* als bogenförmige Anastomosen von Sammelröhren deutete und welche besonders beim Schweine sehr ausgebildet sind (Fig. 1105). So weit bekannt und wie sich aus der eben gegebenen kurzen Darstellung der Entwicklung der Nierenrinde ergiebt, sind die jüngst gebildeten und kleinsten *Malpighi*'schen Körperchen stets diejenigen, welche der Nierenkapsel, beziehungsweise der Verwachsungsstelle zweier *Renculi* (Mitte einer *Columna Bertini*) am nächsten sind. Es ist daher schwer denkbar, das ein bogenförmig nach rückwärts wachsendes Sammelrohr noch an seinem freien Ende neue Kanälchen aussprossen lässt, wohl aber wäre möglich, dass in späteren Entwicklungsstadien die Enden der geraden Sammelröhren keine neuen Harnkanälchen mehr hervorsprossen lassen, jedoch sammt den zuletzt gebildeten Verbindungskanälen gegen die Kapsel fort wachsen und dass zugleich diese Verbindungsstücke neue Harnkanälchen

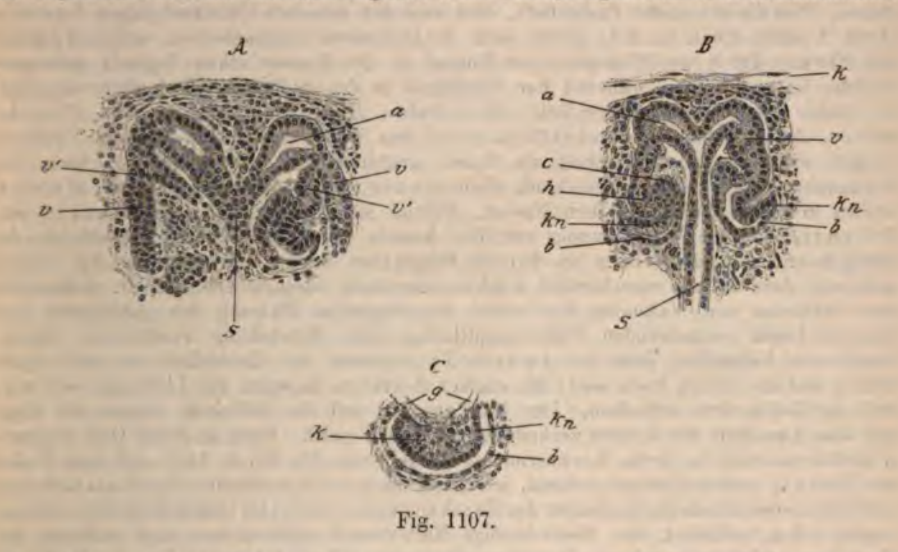


Fig. 1107.

aus sich hervorgehen lassen. Es würden also gegen Ende der Nierenentwicklung Verbindungsstücks die frühere Rolle der geraden Sammolröhrchen übernehmen, neue Harnkanälchen durch Sprossung zu bilden, die aber nun zum Unterschiede von den primitiven Vorgängen nicht aus blinden Enden von Sammelröhren, sondern als Seitensprossen der bogenförmigen Arkaden von Verbindungsstücken sich bilden. In der That sehe ich an Schnitten durch die Niere 5 cm langer Rattenembryonen Arkaden, welche zur Hälfte aus einem getheilten Sammelrohr, zur Hälfte aus einem Verbindungsstück bestehen, an dessen Konkavität ein eben in der ersten Entwicklung begriffenes secernirendes Harnkanälchen einmündet Auch die Angaben und Abbildungen *O. Hamburger*'s über die Arkadenbildung scheinen mir — abgesehen davon, dass dieser Autor eine selbständige Anlage der absondernden Harnkanälchen annimmt — mit dieser Vorstellung in Einklang zu stehen.

Fig. 1107. Längsschnitte von in der Entwicklung befindlichen Nieren. Vergr. 200. *A* und *B* vom 4,2 cm langen Rattenembryo. Sublimatpräparat. *s* Sammelröhrchen; *a* Ampullen derselben an der Theilung; *v* Verbindungsstück. In *A*: *v'* Verbindungsstücke von Knäuelanlagen, welche in die Verbindungsstücke *v* münden. In *B*: *k* Nierenkapsel; *kn* Knäuelepithelanlage; *b* Anlage des Epitheles der *Bowman*'schen Kapsel, *c* des gewundenen Harnkanälchens, *h* der *Henle*'schen Schleife. *C* Vom neugebornen Kätzchen. *Müller*'s Flüss. Anlage eines Nierenkörperchens. *k* Gefässknäuelanlage; *g Vas afferens* und *efferens*; *kn* Knäuelepithel; *b* Epithel der *Bowman*'schen Kapsel.

Seitdem die ältere Hypothese *C. Ludwig's*, der zufolge die Harnsekretion wesentlich ein Filtrationsvorgang in den *Malpighi*'schen Körperchen sein und den Harnkanälchen nur die Bedeutung zukommen sollte, den Harn abzuführen und auf seinem langen Wege durch Diffusion konzentrirter zu machen, durch die zuerst von *Bowman* aufgestellte und vorzüglich durch *R. Heidenhain* (in *L. Hermann*'s Handbuch d. Physiol. V. Bd.) eingehender begründete Annahme verdrängt wurde, dass die Epithelien der Harnkanälchen die wesentlichen Harnbestandtheile ausscheiden, wurde die Struktur der Epithelien und die in denselben sich abspielenden Vorgänge Gegenstand eingehendster Untersuchungen. Versuche über die Ausscheidung in das Blut gebrachter Farbestoffe (Karmin, Indigkarmin), wie sie insbesondere von *M. Nussbaum*, *R. Heidenhain* und in neuerer Zeit von *A. Schmidt*, *Ribbert* angestellt wurden, ergeben, dass die *Malpighi*'schen Körperchen wohl Harnwasser, die mit Stäbchenepithel ausgekleideten Abschnitte der Harnkanälchen aber die Farbstoffe ausscheiden, während die Sammelröhren, Verbindungsstücke und dünnen *Henle*'schen Röhrchen nur als ableitende Wege dienen. Wie die genannten Farbestoffe, wird nach den neuesten Untersuchungen *Sauer*'s (Arch. f. mikr. Anat. 53. Bd.) sicher auch die Harnsäure ausgeschieden, während Zucker und Eiweiss durch die *Malpighi*'schen Knäuel in die *Bowman*'schen Kapseln gelangen. Welche Veränderungen während der Thätigkeit in den Stäbchenepithelzellen vorgehen, ist bisher noch nicht aufgeklärt. Zwar haben *Bouillot*, *O. Van der Stricht*, *Disse*, *Nicolas* und *Trambusti* (l. c.) an den Stäbchenepithelien analoge Veränderungen während der Thätigkeit zu finden geglaubt, wie sie bei den Drüsen des Verdauungstraktes nachgewiesen sind, allein *Sauer*, welcher unter Leitung *R. Heidenhains* arbeitete und vor Allem Nieren, welche sich im Zustande von Anurie und Polyurie befanden mit einander verglich, konnte keine auffälligen Unterschiede der thätigen und ruhenden Nieren an fixirten Präparaten finden. Er kam zu der Ueberzeugung, dass die als verschiedene Funktionszustände beschriebenen Bilder, namentlich das Auftreten von Vakuolen nur einer ungenügenden Fixirung der postmortal sich äusserst leicht verändernden Stäbchenepithelien ihre Entstehung verdanken. *Sauer* konnte nur feststellen, dass bei Anurie die Lichtung der Kanälchen eng und spaltförmig und die Zellen hoch sind; bei starker Sekretion dagegen die Lichtung weit wird und die Zellen sich abflachen. Der Bürstensaum und die Stäbchen, ebenso die Lage und das Aussehen des Kernes verändern sich jedoch nicht. Noch im Jahre 1895 leugnete *v. Sobieransky* (in Arch. f. experiment. Pathol. etc. 35. Bd. S. 144) auf dem Boden der *Ludwig*'schen Theorie stehend, jede Exkretion von specifischen Harnbestandtheilen und Farbstoffen durch die Epithelien der Harnkanälchen, welche im Gegentheile Resorptionsorgane seien, bestimmt, das überschüssige Harnwasser aufzunehmen und dadurch den Harn konzentrirter zu machen. Dem gegenüber muss jedoch betont werden, das *M. Nussbaum* (in *Pflüger*'s Arch. 16. Bd., S. 178) beim Frosche ein Fortbestehen der Harnsekretion und Ausscheidung von Indigkarmin in den gewundenen Kanälchen nach Unterbindung der Nierenarterien nachwies, welche die *Malpighi*'schen Körperchen versorgen, während die Kanälchen noch funktioniren konnten, da die Blutkapillaren derselben beim Frosche, wie bei andern niederen Wirbelthieren durch eine Nierenpfortader mit Blut versorgt werden. Aber selbst, wenn man diese Versuche, auf den wesentlich anderen Bau der Nieren sich berufend, für die Säugethiere und den Menschen nicht als entscheidend betrachten wollte, so sind *R. Heidenhain*'s Versuche über die Ausscheidung des Indigkarmins in den gewundenen Kanälchen der Kaninchenniere bei gleichzeitiger Unterdrückung der Wasserabsonderung der Gefässknäuel durch Trennung des Halsmarkes völlig beweisend. Zur Widerlegung der Einwürfe *v. Sobieransky*'s hat übrigens *Ribbert* (in Bibliotheca med. Abth. C: 4. Heft 1896) die experimentellen Versuche noch mannigfach variirt und namentlich durch gleichzeitige Injektion von Indigkarmin, Lithionkarmin und Harnsäure in das Blut nachweisen können, dass das Vorhandensein dieser Stoffe in den Harnkanälchen nicht durch Konzentrirung des Harnes in Folge von Resorption erklärt werden könne. Denn wäre dies der Fall, dann müssten die genannten Stoffe in gleichmässiger Mischung in den gewundenen Harnkanälchen enthalten sein; thatsächlich konnte aber beobachtet werden, dass dies wohl da und dort der Fall war, dass aber auch häufig einzelne Abschnitte der mit Stäbchenepithel ausgekleideten Harnkanälchen ausschliesslich den einen oder andern der genannten Stoffe in den Zellen und in der Lichtung enthielten, was vom Standpunkte der *Ludwig*'schen

Theorie wohl nicht zu erklären ist. Muss man nun auf Grund derartiger Versuche wenigstens als erwiesen ansehen, dass die Farbstoffe und die Harnsäure in der That von den Stäbchenzellen ausgeschieden und nicht resorbirt werden, so lässt sich doch über die Art der Absonderung wenig Sicheres an fixirten Präparaten aussagen. *R. Heidenhain* sträubte sich gegen die Vorstellung, die Ausscheidung der specifischen Harnbestandtheile sei im Wesentlichen ebenso ein granulärer Prozess, wie die Absonderung in der Mehrzahl der Verdauungsdrüsen d. h. gegen ein Hervorgehen des Sekretes aus specifischen Körnchen. Es ist ja auch in der That der wesentliche Unterschied zwischen den beiderlei Vorgängen nicht zu übersehen, der darin besteht, dass die Harnbestandtheile in der Hauptsache als solche im Blute präformirt durch die Zellen ausgeschieden werden, während die specifischen Sekrete in den Zellen echter Drüsen erst gebildet werden. Sich aber vorzustellen, dass in den Stäbchenepithelien Stoffe, die als solche gelöst im Blute sind, zuerst in Form von Körnchen im Protoplasma erscheinen um dann neuerdings in Sekrettropfen umgewandelt den Bürstensaum als Flüssigkeit zu passiren, hat in der That etwas Sonderbares. Und doch führen die thatsächlichen Beobachtungen zu derartigen Vorstellungen. Indigkarmin, Karmin, Harnsäure lassen sich in Form von Körnchen in den Zellen nachweisen und die Bürstensäume erscheinen nach *A. Schmidt* (in *Pflüger*'s Arch. 48. Bd.) und *Ribbert* von den Farbestoffen gefärbt oder an ihrem inneren und äusseren Rande von Farbstoffkörnchen begrenzt. Auch Fett findet sich — namentlich häufig bei der Katze in Form von grösseren und kleineren Tropfen in den Stäbchenzellen eingelagert. Ungemein zahlreich und gross (bis 7 μ) sind die Fetttropfen in den gewundenen Kanälchen der Niere bei Mastschweinen, bei welchen übrigens in geringem Grade alle Epithelien der Harnkanälchen auch der Sammelröhren feine Fettkörnchen enthalten; ein Zustand der jedoch bereits als pathologisch gelten muss. Doch treten die gewundenen Kanälchen bei Isolation durch Salzsäure (50 %) durch ihr dunkles Ansehen besonders charakteristisch hervor neben den ebenfalls gewundenen Schaltstücken, in welchen die Fetttropfen stets spärlicher und kleiner sind. Es ist ferner bemerkenswerth, dass *Ribbert* bei seinen Versuchen mit Lithionkarmin an den fixirten Präparaten feine Karminkörnchen, welche in radiären Reihen im Protoplasma angeordnet waren, beobachten konnte. Da unzweifelhaft feststeht, dass kleine Körnchen, welche theils in den Stäbchen, theils in dem inneren, nicht stäbchenartig differenzirten Theile der Epithelzellen vertheilt sind, einen wesentlichen und konstanten Theil des Protoplasmas bilden, kann man auf den Gedanken kommen, dass die Granula der Stäbchenepithelien Apparate sind, welchen zunächst die Aufgabe zufällt, die specifischen Harnbestandtheile aus dem Blute aufzuspeichern, um sie dann unter Wahrung ihres Bestandes wieder abzugeben. Den ersten Theil des Vorganges könnte man der Farbstoffspeicherung bei specifischen Färbungen etwa von Zellkernen u. s. w. vergleichen, den zweiten Theil dem Wiederauswaschen einer derartigen Färbung. Ein solcher Vorgang wäre natürlich wesentlich verschieden von echter Drüsensekretion, er würde aber begreiflich machen, dass insbesondere Farbestoffe zunächst in Form von Körnchen in den Zellen auftreten und wieder verschwinden können und dadurch morphologische Erscheinungen vortäuschen, welche jenen bei echter Sekretion sehr ähnlich sind.

§ 282.

Malpighi'sche oder Nierenkörperchen.

Wiederholt war in den vorausgehenden Paragraphen von diesen Gebilden die Rede, da an ihnen die Harnkanälchen ihren Ursprung nehmen. Es erübrigt aber, diese für die Funktion der Niere so überaus wichtigen kleinen Organe noch eingehend als Ganzes zu besprechen. Die Körperchen sind von fast kugeliger Form, besitzen einen Durchmesser von 0,13—0,22 mm und bestehen 1. aus einem Gefässknäuel (*Glomerulus*) und 2. aus einer denselben, mit Ausnahme der Stelle, an welcher das zu- und abführende Gefäss in den Knäuel tritt, vollständig umhüllenden Kapsel (*Müller*'sche oder *Bowman*'sche Kapsel),

zwischen welcher und dem Knäuel ein spaltförmiger Hohlraum sich befindet, der sich in die Lichtung des gewundenen Harnkanälchens fortsetzt.

I. Der Gefässknäuel. Zu jedem Knäuel tritt, die Kapsel durchbohrend, eine kleine Arterie von 18—45 μ Durchmesser, welche als *Vas afferens* bezeichnet wird. Gleich bei seinem Eintritte löst sich das *Vas afferens* in Aeste auf und jeder dieser Aeste in ein Büschel feiner, kapillarer Zweige, welche vielfach gewunden und durcheinander geflochten ohne Netzbildung verlaufen und schliesslich in eben der Weise, wie sie sich bildeten, wieder zu einem Stämmchen sich vereinigen, das, feiner als die zuführende Arterie, knapp neben dieser den Knäuel wieder verlässt und als *Vas efferens* bezeichnet wird. Erst das *Vas efferens* zerfällt dann im weiteren Verlaufe in eigentliche Kapillaren, welche die Harnkanälchen umspinnen; die Gefässe des Knäuels selbst stellen aber, vom rein morphologischen Standpunkte, ein in den Verlauf der Arterie eingeschaltetes, sogen. bipolares Wundernetz dar. Während jedoch die zuführende und ebenso ein kurzes Stück der ausführenden Arterie mit Muskeln versehen sind (*Koelliker*), entbehren die Gefässe des Knäuels derselben vollständig. Die Stelle, an welcher die zu- und ausführende Arterie die Kapsel durchbohrt, liegt in der Regel der Abgangsstelle des Harnkanälchens gerade gegenüber und die Umbiegungsstellen der Gefässschlingen wenden ihre Wölbungen hauptsächlich dem Halse des Harnkanälchens zu. Die Gefässe des Knäuels besitzen, wie *O. Drasch* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 76. Bd. 1877) durch zahlreiche Silberinjektionen bei Thieren feststellte und *Hortolès* u. a. bestätigten, keine Endothelauskleidung und färben sich stets nur diffus braun, wenn auch im *Vas afferens* und *efferens*, sowie in den Kapillaren, welche die Harnkanälchen umspinnen, die Grenzen der Endothelzellen deutlich hervortreten. Die vielfach beschriebenen „Endothelwucherungen" der Knäuelgefässe bei pathologischen Vorgängen erklärt *Ribbert* als Anhäufungen von Leukocyten in den endothellosen Röhren. Die feinsten Gefässe der Knäuel haben einen Durchmesser von 7—9 μ. Was den feineren Bau der Knäuel anbelangt, so hat *Drasch* durch sorgfältige Untersuchungen nachgewiesen, dass derselbe nicht für alle derselbe ist, dass vielmehr zweierlei Knäuel, die man als grosse und kleine bezeichnen kann, unterschieden werden müssen.



Fig. 1108.

1. Die grossen Knäuel liegen bei den Thieren mit einfachen Nieren (Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Hund) an der Grenzschichte der Pyramiden

Fig. 1108. Aus der Niere des Menschen nach *Bowman*. Vergr. 45. *a* Ende einer *Art. interlobularis*; *b Art. afferentes*; *c* Nackter *Glomerulus*; *d Vas efferens*; *e Glomeruli* von den *Müller*'schen Kapseln umhüllt, *f* von denselben entspringende Harnkanälchen.

und geben *Vasa efferentia* ab, welche die Pyramiden versorgen (*Arteriolae rectae*). Auch beim Menschen kommen grosse und kleine Knäuel vor, doch ist ihre topographische Anordnung nicht genauer bekannt. Die grossen Knäuel bestehen aus einer grösseren Zahl von Läppchen oder Abtheilungen, welche dadurch entstehen, dass das *vas afferens* sofort in 5—8 Aeste zerfällt, welche sich dann in die feineren Schlingen auflösen. Die Gefässe dieser Knäuel enthalten in ihrer Wandung keine Zellkerne, erscheinen aber, wenn auch nicht konstant, von feinen Poren durchsetzt. Die ganze Gefässwand stellt also eine Art zusammenhängender Protoplasmamasse ohne Kerne dar. Die Gefässe des Knäuels werden von einer zusammenhängenden, alle Zwischenräume und die Oberfläche der Schlingen einnehmenden Substanz, in welcher zahlreiche Kerne eingelagert sind, umhüllt. Eine Sonderung von einzelnen Zellkörpern lässt sich jedoch weder mit Silber noch mit anderen Mitteln nachweisen; ich betrachte daher diese Einhüllungsmasse der Gefässe als ein Syncytium. Der Spaltraum zwischen Knäuel und Kapsel setzt sich zwischen den Läppchen auch in das Innere des Knäuels fort. Die Oberfläche des Syncytiums lässt sich, wie *Drasch* zeigte, von dem Knäuel als zusammenhängendes Häutchen isoliren, an welchem Kerne und facettenartige Abdrücke der Gefässschlingen zu bemerken sind. Obwohl die Knäuel ursprünglich, wie die Entwicklung lehrt, von Epithelzellen bedeckt sind, so ist am ausgebildeten Knäuel nur mehr das beschriebene kernhaltige Syncytium nachzuweisen.



Fig. 1109.

2. Die kleinen Knäuel finden sich bei den genannten Thieren in den äusseren Theilen der Nierenrinde und ihre *Vasa efferentia* versorgen zunächst die gewundenen Harnkanälchen mit Blutkapillaren. Im Gegensatze zu den grossen Knäueln zerfällt das *Vas afferens* nicht sofort in viele Aeste, sondern theilt sich im Knäuel zunächst in zwei Aeste, welche wieder in je zwei Aeste zerfallen, die dann die feinen Schlingen bilden. So besteht jeder kleine Knäuel aus zwei Läppchen, von welchen jedes wieder in zwei kleinere zerfällt, wodurch im Ganzen vier kleine Läppchen zu Stande kommen. Das Knäuelsyncytium verhält sich ähnlich wie bei den grossen Knäueln; doch liegen die Kerne dichter den Gefässschlingen an und bei den Versuchen, ein Häutchen von den Knäueln zu isoliren, erhält man, wie *Drasch* zeigte, in der Regel kernlose Membranen, während die Kerne fast immer an den Gefässschlingen festhaftend bleiben.

II. Die Kapsel des Gefässknäuels. Obwohl schon von *Johannes Müller* (1830) entdeckt, wurde der Zusammenhang der Kapsel mit dem gewundenen Harnkanälchen doch erst von *Bowman* (1842) nachgewiesen und

Fig. 1109. *Glomerulus* aus dem innersten Theile der Rinde der Niere des Pferdes nach *Bowman*. Vergr. 70. *a Art. interlobularis*; *af Vas afferens*; *mm Glomerulus*; *ef Vas efferens sive Arteriola recta spuria*; *b* Theilungen derselben in der Marksubstanz.

sie wird daher gewöhnlich als *Bowman*'sche Kapsel bezeichnet. Dieselbe besteht aus einer strukturlosen — nach *Rühle* und *Disse* faserigen — *Membrana propria* von 1—1,8 μ Dicke, welche sich auf das Harnkanälchen fortsetzt, an der Durchbohrungsstelle der Knäuelgefässe aber sich dicht an diese anlegt, ohne auf den Knäuel überzugehen und aus einem an ihrer Innenseite befindlichen, aus platten Zellen bestehenden Epithele, das, wie bereits erwähnt (§ 282), schon in der Nähe des Ursprunges des Harnkanälchens höher wird und so in das Stäbchenepithel des letzteren übergeht. Die Zellen der *Bowman*'schen Kapsel sind von polygonalem Umrisse, nicht selten mit etwas wellig gebogenen Seiten und haben nach *Koelliker* beim Schweine einen Durchmesser von 20—30 μ. Die Grenzen der Zellen treten an Silberpräparaten, wie *His* und *Roth* zuerst zeigten, sehr deutlich hervor. Die Kerne liegen, wie *Drasch* hervorhebt, nicht immer in der Mitte der Zellplatten, sondern häufig gegen eine Seite so verschoben, dass die Kerne benachbarter Zellen nahe an einander liegen. An der

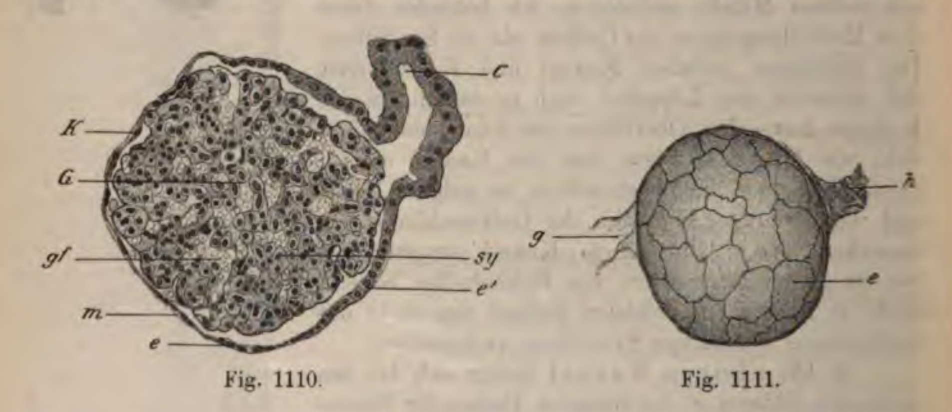


Fig. 1110. Fig. 1111.

Eintrittsstelle der Gefässe geht das Kapselepithel in das Knäuelsyncytium über und an embryonalen Nierenkörperchen, welche noch ein relativ hohes Knäuelepithel besitzen, ist der Umschlag des letzteren in das platte Kapselepithel sehr deutlich nachzuweisen. Die *Bowman*'sche Kapsel liegt für gewöhnlich dem Gefässknäuel innig an und ist ein klaffender Spalt nicht zu beobachten. An der äusseren Oberfläche ist die *Membrana propria* von einer in völlig normalen Nieren sehr dünnen Schicht von Bindegewebe umhüllt, welche mit dem Bindegewebe zwischen den Harnkanälchen und um die Blutgefässe zusammenhängt.

Es liegt nahe, den eigenthümlichen Bau der Knäuelgefässe und namentlich die von *Drasch* an den Gefässen der grösseren Knäuel in einigen Fällen beobachtete poröse

Fig. 1110. Nierenkörperchen sammt Anfangsstück des Harnkanälchens. Schnitt. *Müller*'s Flüss., Hämat., Eosin. Vergr. 325. *C* Gewundenes Harnkanälchen; *G* Gefässknäuel; *K* Kapsel; *e* Kapselepithel bei *e'* allmählich in das Epithel des Harnkanälchens übergehend; *gf* Gefässschlingen mit Blutkörperchen; *m* *Membrana propria* der Kapsel; *sy* Kerne des *Syncytiums* theilweise von vakuolenartigen Räumen umgeben.

Fig. 1111. Von einer mit Silbernitrat injicirten Kaninchenniere. Durchschnittene *Bowman*'sche Kapsel, aus welcher der Knäuel herausgefallen ist. Vergr. 200. *e* Epithelzellen der Kapsel; *g* *Adventitia* der Gefässe, welche abgerissen sind; *h* Hals des Harnkanälchens.

Beschaffenheit direkt mit der Filtration des Harnes in Beziehung zu bringen. Doch spricht gegen einen rein physikalischen Vorgang schon die Existenz eines besonderen Knäuelsyncytiums auf den eigenthümlichen Gefässwänden. Die Struktur des Knäuelsyncytiums hat zu vielen Erörterungen Anlass gegeben. *Bowman* und *Henle* glaubten, dass die Knäuel nackt in der Kapsel liegen, während die Mehrzahl der Autoren, nachdem einmal für die embryonalen Knäuel ein deutliches, relativ hohes Epithel nachgewiesen war (*Schweigger-Seidel, Chrzonszewsky, Koelliker*), auch für die Knäuel der Erwachsenen ein solches annahmen. Doch äusserte sich *Koelliker* noch in der 5. Auflage dieses Handbuches über diesen Punkt sehr vorsichtig. Gegenwärtig ist die Bedeckung des Knäuels durch eine epitheliale Schicht wohl allgemein angenommen, und wurde dieselbe insbesondere von *C. Ludwig, R. Heidenhain, Riemer, Langhans, Runeberg* schon vor zwei Decennien als sicher vorhanden vertheidigt. Die Entwicklung der *Malpighi*'schen Knäuel, auf welche bereits im vorhergehenden Paragraphe flüchtig hingewiesen wurde, ergiebt folgendes. In dem Stadium, in welchem das ganze gewundene Harnkanälchen ein kurzes S-förmig gekrümmtes Rohr darstellt, bildet das freie Ende des Kanälchens zusammen mit einer Gefässschlinge die Anlage des *Malpighi*schen Körperchens. Das Ende des Harnkanälchens ist verbreitert, so stark abgeplattet, dass sich die beiden Wände beinahe berühren und dabei löffelförmig eingebogen. *Toldt* versinnlicht die Entwicklung des *Malpighi*'schen Körperchens durch eine Kautschukblase, welche das Ende eines Rohres darstellt, und welche nun von einer Seite so eingedrückt wird, dass die beiden Wände der Blase in Berührung kommen. Die so entstandene zweiblätterige Halbkugel stellt in ihrem äusseren Blatte die Anlage des Epithels der Kapsel in ihrem inneren, der Konkavität entsprechenden Blatte die Anlage des Knäuelepithels dar. In die Höhlung ragt zunächst eine einfache Gefässschlinge hinein, die die Anlage des Gefässknäuels bildet. Auffallend ist, dass schon in diesem frühen Stadium die Anlage des Epithels der Kapsel aus niedrigen platten, dagegen das innere Blatt der Halbkugel, aus welchem das Knäuelepithel wird, aus relativ hohen Zellen besteht (Fig. 1107). Die Entwicklung geht nun so vor sich, dass vermehrte Schlingenbildung der Gefässknäuel eintritt, während zugleich die doppelblätterige Halbkugel mit ihrem Umschlagsrande den Knäuel umwächst, bis nur mehr die Eintrittsstelle der Gefässe offen bleibt. Die Abgangsstelle des Harnkanälchens, welche anfänglich am Umschlagsrande lag, verschiebt sich dabei so, dass sie schliesslich der Gefässeintrittsstelle nahezu gegenüber liegt. Der gebildete Knäuel ist anfänglich klein und von einem hohen Knäuelepithel bedeckt; erst allmählich wird der Knäuel grösser und an Stelle des Knäuelepitheles tritt das Knäuelsyncytium, dessen Entwicklung im Einzelnen nicht klar ist. Jedenfalls ist das Epithel am völlig ausgebildeten Knäuel als solches nicht mehr nachzuweisen. Das Knäuelsyncytium geht aber in jenem Antheile, welcher die Zwischenräume zwischen den Gefässschlingen ausfüllt, wohl aus den ursprünglich Kerne enthaltenden Gefässwänden und aus Mesodermzellen hervor, welche die Gefässe umhüllen. Ob dies auch für den Oberflächentheil des Syncytiums gilt, muss dahin gestellt bleiben. Wäre dies der Fall, so hätte das Knäuelepithel nur eine formative Bedeutung und würde sekundär von einem, als reine Gefässadventitia zu betrachtenden Syncytium verdrängt. Da bei der Entwicklung der Niere die erstgebildeten Knäuel an der Grenzschichte der Pyramide stets relativ die grössten sind, könnte man daran denken, dass die von *Drasch* unterschiedenen grossen und kleinen Knäuel nur verschiedene Entwicklungsstadien derselben Organe sind; aber da die Unterschiede der Grösse auch an der fertig gebildeten Niere zu finden und mit Eigenthümlichkeiten gepaart sind, die nicht als auf einander folgende Entwicklungsstadien aufgefasst werden können (zwei bezw. vier Lappen der kleinen, viele Lappen der grossen Knäuel, verschiedenes Verhalten des Knäuelsyncytiums) ist diese Möglichkeit wohl auszuschliessen und sind die beiderlei Knäuel als typisch verschieden zu betrachten.

Drasch konnte die grossen und kleinen Knäuel mit ihren charakteristischen Eigenschaften nicht bloss bei Säugethieren, sondern besonders deutlich auch beim Frosche nachweisen, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier auch die Gefässwände der grossen Knäuel Kerne besitzen. Doch glaubte *Drasch* an allen Knäueln, wenn auch nicht ein eigentliches Knäuelepithel im Sinne der Mehrzahl der Autoren, doch einen selbständigen hautartigen Ueberzug annehmen zu sollen, während ich nach den Befunden an Schnitten, insbesondere mit Berlinerblau und Leim injicirter Knäuel (Fig. 1112) die von *Drasch*

isolirten Häutchen nur als oberflächlichen Theil eines zusammenhängenden Syncytiums betrachte, das die Gefässschlingen rings umhüllt, auch die Zwischenräume der Schlingen ausfüllt und nur in den Spalten zwischen den Läppchen fehlt. An injicirten Knäueln, die nach Härtung der betreffenden Nierenstücke in *Müller's* Flüssigkeit und Färbung der Schnitte in Hämatoxylin und Eosin untersucht werden, sieht man stellenweise an der Oberfläche ein Häutchen abgehoben, das die Eindrücke der unterliegenden Gefässschlingen zeigt, aber an vielen Stellen mit den tiefer gelegenen Theilen des Syncytiums zusammenhängt. An den kleinen Knäueln ist das abgehobene Häutchen in derRegel kernlos, an den grösseren sieht man auch öfter Kerne mit abgehoben. Mit starken Vergrösserungen erkennt man auch, dass überall, wo eine Entscheidung möglich ist, die eigentliche Wand der Gefässe kernlos ist und die Kerne aussen der Gefässwand anliegen. Die Kerne finden sich aber nicht allein auf der Oberfläche des Knäuels, sondern auch im Innern an den konkaven Seiten der Gefässschlingen. An den kleinen Knäueln liegen die Kerne dichter an der Gefässwand als an den grösseren und lösen sich daher auch schwerer ab. So glaube ich mir erklären zu sollen, dass *Drasch* auf Grund der Isolationsmethoden den grossen Knäueln eine kernhaltige deckende Haut und kernlose Gefässwände, den kleinen Knäueln dagegen eine kernlose Bedeckung und Kerne enthaltende Gefässwände zuschreibt, sowie die Thatsache, dass namentlich bei den kleinen Knäueln, die Isolationsversuche nicht ganz konstante Resultate ergeben.



Fig. 1112.

Was die Kerne des Syncytiums anlangt, so zeigen an Sublimatpräparaten manche Knäuel an der Oberfläche etwas grössere (6—7 μ), chromatinärmere, zwischen den Gefässschlingen kleinere (4—6 μ) chromatinreichere Kerne; doch ist dieser Befund nicht so konstant, dass mit Sicherheit das Vorhandensein von zweierlei Kernen allgemein behauptet werden könnte. Das Syncytium selbst ist sehr weich und zur Vakuolenbildung geneigt. An gehärteten Präparaten sieht man häufig um die Kerne vakuolenartige helle Räume, die manchmal wie von Zellmembranen umrandet erscheinen (Fig. 1110). Nach Injektionen von Berlinerblau mit Leim durch die Arterie sieht man, auch bei sonst ganz gelungenen Injektionen der Blutkapillaren, ohne irgend eine Extravasatbildung, einzelne oder auch die Mehrzahl der Knäuel diffus blau gefärbt und die genauere Untersuchung ergiebt dann, dass die Masse theilweise in das Syncytium ausgetreten ist, vakuolenartige Räume um die Kerne erfüllend, ohne jedoch die Oberfläche des Syncytiums zu durchbrechen. Es scheint mir dies eine indirekte Bestätigung der Existenz der von *Drasch* beobachteten Poren der Gefässwände zu sein, die jedoch nur unter nicht näher bekannten Umständen sich öffnen, da neben solchen diffus sich bläuenden Knäuel andere sich finden, in welchen die Injektionsmasse scharf begrenzt nur innerhalb der Knäuelgefässe liegt. Diese diffus sich färbenden Knäuel beweisen auch, dass das Knäuelsyncytium bei der Harnfiltration eine Rolle spielt; da durch dasselbe bereits aus den Gefässschlingen ausgetretene Injektionsmasse noch an dem Uebertritt in den Kapselraum beziehungsweise in das Harnkanälchen behindert werden kann.

Fig. 1112. Theil eines Gefässknäuels der Katze von einem Schnitte. Injektion mit Berlinerblau. *Müller's* Fl., Hämatox., Eosin. Vergr. 700. *e* Epithel, *m* *Membrana propria* der *Bowman*'schen Kapsel; *g* Gefässschlingen injicirt; *h* Theilweise von der Oberfläche abgehobenes Häutchen ohne Kerne; *s* Knäuelsyncytium mit Kernen; *v* Vakuolenartiger Raum.

Die Natur des Knäuelsyncytiums ist schwer verständlich; sicher ist, dass es sich nicht um eine gewöhnliche adventitielle Gefässumhüllung, aber auch nicht um ein typisches Epithel handelt. Wie auch *Rühle* hervorhebt fehlen Bindegewebsfäserchen zwischen den Schlingen vollständig. *Rühle* schreibt der eigentlichen Gefässwand der Schlingen eine Streifung zu und lässt dieselbe innen von Endothel, aussen von Epithel bedeckt sein. Ich kann aber, eben so wenig wie *Drasch*, der Gefässwand innen anliegende Kerne finden. Da und dort kommen im Syncytium Leukocyten vor, welche durch ihre mehrfachen oder polymorphen Kerne sich erkennbar machen.



Fig. 1113.

Die von *Bowman* im Halse der *Malpighi'*schen Körperchen des Frosches und in den Anfängen der Harnkanälchen entdeckte Flimmerbewegung mit Richtung des Stromes gegen den *Ureter* ist leicht zu bestätigen, wenn man Zusatz von Wasser vermeidet. Dieselbe fehlt bei Vögeln (*Gerlach* glaubt dieselbe einmal beim Huhne gesehen zu haben) und Säugethieren, und wurde auch in zwei von *Koelliker* besonders auf diesen Gegenstand untersuchten Hingerichteten vermisst, dagegen findet sich dieselbe auch bei Schlangen, bei Salamandern, *Triton, Bombinator, Bufo* und sehr schön bei Fischen, ebenso nach *Remak* und *Koelliker* in den wie Nieren gebauten Primordialnieren von Eidechsenembryonen, in den beiden letzten Fällen auch in den von den *Malpighi'*schen Körperchen entfernteren Harnkanälchen. Beim Frosche fand *Koelliker* die Wimpern von kolossaler Länge und alle so umgeschlagen, dass sie in der Längsrichtung des Harnkanälchens stehen, Erfahrungen, die, unabhängig von *Koelliker* auch im Laboratorium von *Stricker* in Wien gemacht wurden. Nach *Mecznikow* besitzt übrigens der Frosch jenseits der gewundenen Kanälchen noch eine zweite kurze Stelle, die ebenfalls flimmert.

§ 283.

Gefässe und Nerven. Die grosse Nierenarterie theilt sich im Nierenbecken in eine gewisse Zahl von Aesten, die, nachdem sie die im Hilus gelegenen Theile versorgt haben, über und unter den Nierenvenen in die zwischen den Pyramiden gelegene Corticalsubstanz (die *Columnae Bertini*) eintreten. Von hier aus verlaufen dieselben unter wiederholten Theilungen hart an der Grenze der beiden Nierensubstanzen weiter, so dass im Umfange jeder Pyramide eine in der Regel nur von zwei grossen Arterien abstammende zierliche Verästelung (*Arteriae arciformes*), jedoch ohne Verbindungen der einzelnen Aestchen, entsteht. Aus dem der Rindensubstanz zugewendeten Theile derselben entspringen mit grosser Regelmässigkeit, meist unter rechtem Winkel, kleinere Arterien, die nach einigen oder mehrfach wiederholten Theilungen in feine, 135—220 μ weite Aestchen sich spalten, die zwischen den Rindenfascikeln oder Läppchen geraden Weges nach aussen verlaufen und am passendsten *Arteriae interlobulares* heissen (Fig. 1114 *ai*). Sie sind es, welche die *Malpighi'*schen Körperchen

Fig. 1113. *Malpighi'*sche Körperchen aus der Niere eines männlichen *Triton taeniatus* nach *V. Carus*, vergr. *a* Samenkanälchen; *b* Harnkanälchen; *d Vas afferens*; *e Vas efferens*; *f* Epithel, das den *Glomerulus* überzieht; *g* Gefässschlingen des *Glomerulus*.

tragen und, eine gewisse Zahl direkt zur Marksubstanz (*Arteriolae rectae verae*) und zu den Hüllen des Organes tretende Ausläufer, *Koelliker's Rami capsulares*, abgerechnet, ganz in der Bildung der Gefässknäuel derselben aufgehen. Es giebt nämlich jede Interlobulararterie in ihrer ganzen Länge nach zwei, drei oder vier Seiten eine grosse Zahl feiner Zweigchen von arteriellem Baue und 18—45 μ Dicke ab, die nach kurzem Verlaufe entweder unmittelbar oder nach einmaliger Theilung die Hülle eines *Malpighi*'schen Körperchens durchbohren und als *Vasa afferentia* der Gefässknäuel derselben erscheinen (siehe § 283).

Die *Vasa efferentia* der Knäuel sind noch keine Venen, sondern der Bedeutung und zum Theil dem Baue nach kleine Arterien, die erst im weiteren Verlaufe in das Kapillarnetz der Niere sich auflösen, welches in der Rinde und in den Pyramiden seinen Sitz hat, und an beiden Orten ein etwas verschiedenes Verhalten zeigt. Am ersteren Orte (Fig. 1114) lösen sich die 9—18 μ dicken *Vasa efferentia* nach kurzem Verlaufe in ein sehr reiches Netz 4,5—9—13 μ weiter Kapillaren auf, welches in erster Linie als arterielles Kapillarnetz mit länglichen Maschen die Kanälchen der Markstrahlen umspinnt und dann unmittelbar in ein zweites Netz etwas weiterer Kapillaren sich fortsetzt, das mit rundlich eckigen, 11—33 μ weiten Maschen die gewundenen Kanälchen von allen Seiten umgiebt und weil aus demselben die Venenwurzeln entspringen, als venöses Kapillarnetz bezeichnet werden kann. Von diesem Verhalten machen nur die ausführenden Gefässe der zunächst an die *Malpighi*'schen Pyramiden angrenzenden *Glomeruli* eine Ausnahme, indem dieselben, die regelmässig durch ihren bedeutenderen Durchmesser (von 22—35 μ) sich auszeichnen, nicht in der Rinde, sondern in den Pyramiden sich ausbreiten und durch ihren langgestreckten Verlauf und ihre im Ganzen spärliche Verästelung sich auszeichnen. Dieselben (Fig. 1114 *ar*, 1109 *ef*), die *Arteriolae rectae spuriae*, dringen nämlich im ganzen Umfange der Pyramiden direkt zwischen die geraden Röhrchen ein, laufen unter wiederholten spitzwinkligen Theilungen und allmählich bis zu 9—22 μ verschmälert gegen die Papillen herab und gehen schliesslich in diesen und auch im Innern der Marksubstanz — am letzten Orte

Fig. 1114.

Fig. 1114. Gefässe der Rinde und der angrenzenden Theile in der Niere des Kaninchens. Ger. Vergr. *a* Arterielle Kapillaren, dem Markstrange angehörend, in *cm* die Kapillaren der Pyramiden sich fortsetzend; *ai Arteria interlobularis, Malpighi*'sche Körperchen tragend; *ar Arteriolae rectae*; *vc* Venöse Kapillaren; *vi Vena interlobularis*; *vr Venulae rectae*.

entweder mit ihren Enden oder durch rechtwinklig abgehende Zweigchen — in die 6,7—9 μ messenden Kapillaren dieser Region über, die durch ihre geringere Zahl und die langgezogene Form der Maschen ihres Netzes dem arteriellen Kapillarnetze der Rinde gleichen und auch an der Grenze der Pyramiden unmittelbar mit demselben oder den Kapillaren der Markstrahlen verbunden sind. Ganz ähnlich wie die *Arteriolae rectae spuriae*, welche aus den *Vasa efferentia* der Gefässknäuel entspringen, verhalten sich auch die weniger zahlreichen, direkt aus den bogenförmigen oder interlobularen Arterien, zum Theil auch aus den *Vasa afferentia* abzweigenden *Arteriolae rectae verae*, deren Existenz oft, wenn auch mit Unrecht, bestritten wurde.

Die Nierenvenen beginnen an zwei Orten, nämlich an der Oberfläche des Organs und an der Spitze der Papillen. Dort sammeln sich aus den äussersten Theilen des Kapillarnetzes der Rinde kleine Venenwürzelchen, welche zum Theil regelmässig die einzelnen Rindenläppchen umgeben und zwischen denselben sternförmig (*Stellulae Verheynii*) zu etwas grösseren Wurzeln zusammentreten, zum Theil auch über mehrere oder viele Läppchen sich erstreckend, zu stärkeren Stämmchen sich ansammeln. Beiderlei Venen treten dann als *Venae interlobulares* in die Tiefe, verlaufen mit den gleichbenannten Arterien zwischen den Rindenfascikeln weiter, und verstärken sich durch Aufnahme noch vieler anderer Venenwürzelchen aus dem Innern der Rinde, die aus dem Kapillarnetze, welches die gewundenen Harnkanälchen umgiebt, sich bilden. Sie gehen unmittelbar oder zu etwas grösseren Stämmchen geeint unter meist rechten Winkeln in die grösseren Venen über. Diese liegen neben den grösseren Arterien am Umfange der Pyramiden, hängen durch Anastomosen unter einander zusammen (*Henle*) und führen schliesslich in grosse, wie alle Nierenvenen klappenlose Venen, die, in einfacher Zahl neben den Arterien gelegen, längs diesen die Nieren verlassen. Vorher nehmen dieselben jedoch noch, ausser denen der *Columnae Bertini*, die Venen der Pyramiden (*Venulae rectae*) auf, die mit einem hübschen, die Oeffnungen der Harnkanälchen an den Papillen umgebenden Netze, zum Theil auch mit Schlingen, d. h. in unmittelbarer Verbindung mit den Enden der *Arteriolae rectae*, beginnen. Sie werden im Aufwärtssteigen zwischen den *Tubuli recti* durch zutretende Würzelchen dicker und bilden mit den Arterien der Pyramiden (den *Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* bezw. den *Arteriolae rectae*) grössere, in der Grenzschicht der Pyramiden gelegene Gefässbündel. Die Venen dieser Bündel münden durch eine gewisse Zahl stärkerer Stämmchen in die bogenförmig die Pyramiden umziehende, gröbere Venenverästelung. Das Venennetz an der Oberfläche der Papillen hängt übrigens nicht nur mit den *Venulae rectae*, sondern auch mit den Venen der Nierenkelche zusammen und stellt so ein Zwischenglied zwischen den äusseren und inneren Venen dar. Ausser den Verbindungen von Arterien und Venen durch Kapillaren kommen in der Niere, wie *E. Steinach* zuerst auf Grund von Injektionen erschloss, aber erst *Geberg* und *W. Z. Golubew* positiv nachwiesen, direkte Anastomosen von Arterien und Venen vor. Sie finden sich im Bereiche der bogenförmigen Gefässe und in der Nierenkapsel und haben den Charakter von präkapillaren Verbindungen mit einem Querdurchmesser von 10—12 μ, an der Nierenkapsel selbst über 20 μ. Sie stellen theils kurze Verbindungsröhren zwischen den Arterien und den begleitenden Venen, theils längere, verästelte Uebergänge dar.

Die Gefässe der Nierenhüllen entspringen zum Theil von der *Art. renalis* vor ihrem Eintritte in den Hilus und von den Nebennieren- und Lendenarterien, zum Theil sind dieselben Aeste der *Arteriae interlobulares*, welche, nachdem sie die *Malpighi*'schen Körperchen versorgt haben, hie und da mit feineren und gröberen Ausläufern, den von *Koelliker* sog. *Rami capsulares*, noch an die fibröse Hülle gelangen und ein weitmaschiges Kapillarnetz in ihr erzeugen, das auch mit dem der sogenannten *Capsula adiposa* zusammenhängt. Die Venen der Nierenkapsel stehen in vielfachen Verbindungen mit jenen der umgebenden Organe, zum Theil auch mit dem Systeme der Pfortader, worüber *Tuffiers* und *Lejars* (in Arch. de physiol. 1891, S. 41) ausführliche Mittheilungen machten.

Die Saugadern der Niere haben *Ludwig* und *Zawarykin* beim Hunde genauer verfolgt und hat sich ergeben, dass das Innere der Niere und auch die Hülle reich an solchen Gefässen sind. Im Innern ist es vor allem die Rinde, in der vielfach anastomosirende Lymphräume alle gewundenen Kanälchen unmittelbar umgeben, d. h. zwischen den Blutgefässen und Harnkanälchen



Fig. 1115.

enthalten sind. Spärlich sind solche Lymphbahnen in den Markstrahlen der Rinde, und im Marke kommen dieselben fast nur innerhalb der Gefässbüschel der *Vasa recta* vor. Die Lymphräume der Rinde führen zu ähnlichen Räumen in der Faserhaut des Organes, und aus dieser entspringen dann einige oberflächliche abführende Stämmchen. Andere solche kommen aus dem Hilus des Organes heraus und hängen in noch nicht ermittelter Weise mit den inneren Bahnen zusammen. Beim Menschen sind oberflächliche und tiefe Saugadern von verschiedenen Anatomen gesehen worden, jedoch noch nicht genauer untersucht. Beim Pferde fand *Koelliker* (5. Aufl.) die oberflächlichen Gefässe sehr schön entwickelt und dieselben liessen sich auch nicht schwer durch Einstich einspritzen, dagegen ist es ihm nicht gelungen, von denen des Inneren bestimmte Anschauungen zu gewinnen, während *Ryndowsky* (in Centralbl. f. d. med. Wiss. 1869) von Endothel ausgekleidete Lymphgefässe die Harnkanälchen umspinnend und selbst in die Gefässknäuel eindringend beschreibt.

Die Nierennerven vom *Plexus coeliacus* des *Sympathicus* sind ziemlich zahlreich, bilden ein die Arterie umstrickendes Geflecht, haben noch einige

Fig. 1115. Ast der Nierenarterie der Maus. *Golgi*-Präp. Vergr. 112. *N* Gröbere Nervenbündel; *T* Terminale Nervenverästelung die Arterie umstrickend.

Knötchen im Hilus und lassen sich mit den Gefässen bis zu den Interlobulararterien verfolgen.

Ihre Endigung haben in neuerer Zeit *Azoulay* (in Compt. rend. Soc. biol. Tome I u. II), *Retzius* (in Biolog. Unters. N. F. III. Bd.), *Berkley* (in Journ. of Pathol. and Bacteriol. Vol. I), *Koelliker* (in Sitzber. d. Würzb. phys.-med. Ges. 1893) und *Disse* an *Golgi*-Präparaten verfolgt. Ein Theil der Nerven versorgt mit reichlichen terminalen Plexusbildungen sowohl die grösseren als die kleineren Arterien (Fig. 1115) und dürften dieselben ebenso, wie dies *Dogiel* für die Arterien der Nierenkapsel (siehe § 261) direkt nachgewiesen, zum Theil sensiblen Endbäumchen der *Adventitia*, zum Theil jedoch motorischen Endigungen in der Muskelhaut angehören. Mit den *Vasa afferentia* gelangen die Nerven bis an die *Malpighi*'schen Körperchen, an deren *Bowman*'schen Kapseln man da und dort terminale Fasern sich anlegen sieht, die wohl nur sensibler Natur sein können (Fig. 1116). Von den Nervengeflechten der Rinde sieht man auch einzelne Fäserchen zur Nierenkapsel abzweigen. Weder *Retzius* noch *Koelliker*, nach dessen Präparaten die beistehenden Figuren gezeichnet sind, konnten Nerven, welche zu den Harnkanälchen gehen, auffinden und mir ist es eben so wenig gelungen, etwas Derartiges zu sehen. Dagegen wollen *Azoulay* und *Berkley* Fäserchen auch zu den Harnkanälchen verfolgt und feinste Fäden mit knopfartigen Enden durch die *Membrana propria* hindurch an die Epithelzellen herantretend gesehen haben. *Disse* konnte weitmaschige Geflechte, welche die Rindenkanälchen umspinnen, darstellen und dieselben bis an die *Membranae propriae* verfolgen. Die Bindesubstanz der Niere ist im Ganzen spärlich und tritt an Volum gegenüber den Harnkanälchen und Gefässen sehr zurück, ist aber einer bedeutenden Schwellung fähig, wenn die in ihr liegenden Spalträume durch natürliche oder künstliche Oedeme mit Flüssigkeit erfüllt werden. Relativ am reichlichsten ist die Bindesubstanz in den Pyramiden, um so mehr, je näher der Papille. Sie ist überall der Träger der Blutgefässe und umhüllt die *Membranae propriae* der Gefässknäuel und der Harnkanälchen. Nach *Koelliker*'s Untersuchungen (4. Aufl.) besteht dieselbe aus einem dichten Netze von Bindegewebskörperchen, d. h. Ausläufern von Zellen, die sich verflechten und anastomosiren und wäre demgemäss dem retikulären Bindegewebe der adenoiden Substanz innig verwandt, während Bindegewebsfibrillen vollständig fehlen sollten. *Mall* und *Rühle* glauben, dass es sich wie im adenoiden Gewebe um Fäserchen besonderer Art, um sogenanntes retikulirtes Gewebe handle. Dass jedoch das Bindegewebe der Niere von dem



Fig. 1116.

Fig. 1116. Schnitt von der Niere der Maus. *Golgi*-Präp. Vergr. 140. *c* Stück eines Harnkanälchens mit schwarz imprägnirter Lichtung; *g* *Glomeruli*; *k* Nierenkapsel; *np* Periarterieller Nervenplexus.

Reticulum der Lymphdrüsen u. s. w. wesentlich verschieden ist, wurde schon von *Rollett* (in *Stricker's* Handb. S. 50) betont. Nach eigenen Untersuchungen scheint es mir wahrscheinlicher, dass es sich um eine besondere Form des so vielgestaltigen leimgebenden Gewebes handle. Man findet platte oft mit flügelartigen Verbreiterungen wie in Häutchen oder zarte Fäserchen auslaufende Zellen, eingelagert in eine bald mehr, bald weniger deutlich faserige Grundlage, welche die Gefässe umhüllt und an die *Membranae propria* sich anlegt. Das zarte Gewebe färbt sich wie echtes leimgebendes Gewebe mit Säurefuchsin und Pikrinsäure nach *Van Gieson's* Methode lebhaft roth, während die *Membranae propriae* kaum merklich gefärbt werden. Elastische Fäserchen fehlen, abgesehen von den deutlich bindegewebigen Gefässscheiden im eigentlichen Stroma, doch halte ich für möglich, dass die von *Rühle* als charakteristisch für das retikulirte Gewebe angesehenen Resultate der Verdauungsmethode durch die

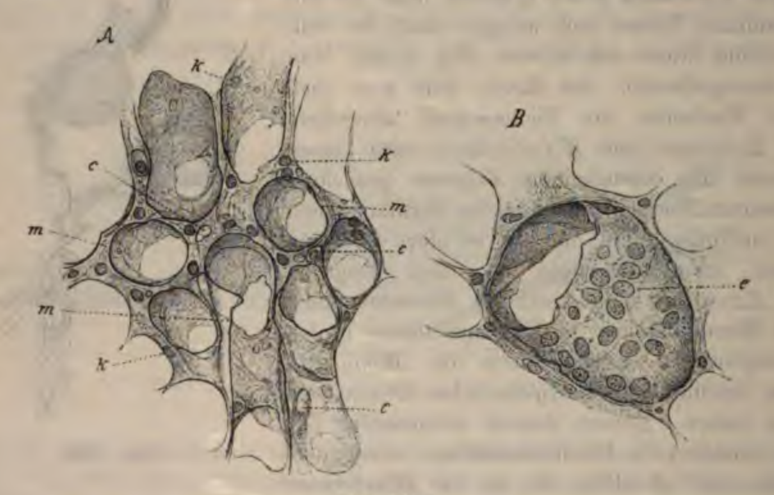


Fig. 1117.

Anwesenheit von äusserst zarten aus elastischer Substanz bestehenden Umhüllungen der dünnen, leimgebenden Fäserchen des Stromas sich erklären lassen. In embryonalen Nieren hat die Bindesubstanz die Charaktere jenes Gallertgewebes, wie es auch als Vorstadium des lockeren Bindegewebes getroffen wird; auffallend ist im Gebiete der Marksubstanz, dass die spindelförmigen oder ästigen Zellen mit ihren Längsrichtungen vorwiegend senkrecht zum Verlaufe der Gefässe und Harnkanälchen stehen, ein Verhalten, das auch an der ausgebildeten Niere im Bereiche der Papille noch ziemlich deutlich ausgesprochen ist, wie schon *Koelliker* (6. Aufl.) hervorhebt. Nach *W. Krause* (in Allg. Anat. 245)

Fig. 1117. Schnitt von der Nierenrinde. *Müller's* Fl. Die Epithelzellen der Harnkanälchen durch Ausschütteln entfernt. Kongofärbung, Präparat in Wasser. Vergr. 200. *A.* Gruppe gewundener Harnkanälchen; *m* *Membrana propria*; *c* Blutkapillaren; *k* Kerne der Bindegewebszellen. *B.* *Bowman'sche* Kapsel angeschnitten, der Gefässknäuel entfernt; *e* Epithelzellen an der Innenfläche der Kapsel.

und *Kostjurin* (in Arch. f. experim. Pathol. 25. Bd.) enthält das Nierenparenchym auch dünne, glatte Muskelbündel, die nach *Krause* im Marke die längslaufenden Blutgefässe begleiten, was ich wenigstens für das Schwein bestätigen kann; nach *Kostjurin* gehen aber auch dünne Bündel von den Muskeln der Kapsel durch die Rinde bis ins Mark hinab.

Das Verhalten der Gefässe der Nierenpyramiden ist Gegenstand vieler Kontroversen gewesen. Nach der Ansicht von *Huschke*, *Hyrtl*, *Henle* und *Kollmann* sollten die *Arteriolae rectae* aus den Kapillaren der Rinde sich bilden, also gar keine Arterien, sondern eher pfortaderähnliche Gefässe sein. Diese Ansicht ist wohl gänzlich verlassen und die Existenz von *Arteriolae rectae* (*Arnold*) allgemein anerkannt. Es ist heutzutage ein Leichtes, an mit durchsichtigen Massen injicirten Nieren die von *Bowman* (siehe Fig. 1109) beschriebenen, aus den *Vasa efferentia* von Knäueln hervorgehenden *Arteriolae rectae spuriae* nachzuweisen. Schwieriger zu erkennen sind die *Arteriolae rectae verae* (*C. Ludwig*) welche nach *Virchow* neben den *Arteriolae rectae spuriae* vorkommen. Sie wurden, obwohl von der Mehrzahl der Autoren angenommen, doch auch häufig nicht gefunden und *Koelliker* glaubte noch in der letzten Auflage dieses Handbuches an Verwechslungen mit *Venulae rectae*. Da, wie *Steinach* ausführlich nachwies, die *Venulae rectae* sich auch bei arteriellen Injektionen mit Massen füllen, welche die Knäuelgefässe nicht zu passiren vermögen, schien eine solche Möglichkeit um so mehr naheliegend. Doch glaube ich, dass nunmehr durch die eingehenden Untersuchungen *W. Z. Golubew's* auch diese Frage als erledigt betrachtet werden kann. *Golubew* bediente sich vorzüglich der Injektionen mit Silbernitrat, welche den Vortheil bieten, dass sie die Struktur der Gefässwände deutlich hervortreten lassen, auch wenn man relativ dicke Schnitte untersucht. Auf diesem Wege ist der direkte Nachweis der *Arteriolae rectae verae* weit sicherer zu führen, als an mit Berlinerblau- oder Karminleim injicirten Nieren. Auch der Nachweis der direkten Anastomosen von Arterien und Venen ist nur auf diesem Wege erbracht. *Golubew* stiess bei seinen Untersuchungen bei Hunden und Katzen noch auf ein anderes bemerkenswerthes Verhalten kleiner Nierenarterien. Da und dort finden sich nämlich, in dieselben eingeschaltet, einfachere oder komplizirtere bipolare sog. amphicentrische Wundernetze, die in keinerlei Beziehung mit Harnkanälchen stehen, Einrichtungen, welchen ebenso wie den Anastomosen von Arterien und Venen eine Bedeutung für die Regulirung des Blutstromas zukommen muss.

Die Arterien der Nieren zeigen eine kräftige Muskelschichte, während die Venen derselben entbehren. Die *Vasa efferentia* der Knäuel haben, wie schon *Koelliker* (d. Hb. 5. Aufl. S. 510) für das Schwein hervorhebt, noch eine kurze Strecke weit einen Muskelbeleg. Bezüglich der Kapillaren der Nierenrinde behauptet *Golgi* auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen, dass das *Vas efferens* in erster Linie das dem Knäuel zugehörige Harnkanälchen versorge, was indessen für die Knäuel, deren *Vasa efferentia* zu *Arteriolae rectae* werden, höchstens für die *Henle*'sche Schlinge zutreffen kann.

Die Bindesubstanz der Niere steht jedenfalls dem embryonalen Bindegewebe sehr nahe, ist aber von zahlreichen Spalten durchsetzt, welche als Lymphspalten zu betrachten sind. In neuerer Zeit hat *Rühle* auch den *Membranae propriae* der Harnkanälchen und der *Bowman*'schen Kapseln eine faserige Struktur zugeschrieben. Ich kann mich aber nicht entschliessen, die durch ziemlich umständliche Methoden an Paraffinschnitten dargestellten Faserungen als etwas Reelles zu halten und glaube, dass es sich um feine Fältelungen sonst homogener Häutchen handelt, da man gerade an den Harnkanälchen die *Membranae propriae* als homogene Häutchen leichter, als sonst irgendwo, aus frischen Nieren sich zur Anschauung bringen kann.

Untersuchung der Nieren. Die Harnkanälchen sind durch Zerzupfen leicht für sich darzustellen und werden Epithel, *Membrana propria* und Lumen deutlich erkannt, wenn zur Befeuchtung Blutserum oder Eiweisslösung genommen wird. Neben ganzen Kanälchen finden sich in jedem Präparate viele Epithelzellen einzeln und in Haufen, ja selbst, vor Allem in den Pyramiden, als zusammenhängende lange Röhren; ebenso häufig

kommen kürzere oder längere Schläuche der *Membrana propria* vor, die wenn sie stark gefaltet sind, nicht immer gleich erkannt werden. Bei der Erforschung der Pyramiden verwechsle man die ungemein zahlreichen Gefässe nicht mit *Henle*'schen Röhrchen. Der Zusammenhang der Harnkanälchen mit den *Malpighi*'schen Kapseln ist an Frosch- und Fischnieren bei vorsichtigem Zerzupfen leicht zu finden, aber auch bei Säugethieren wird man selten vergebens darnach forschen, wenn man feine, namentlich parallel der Nierenoberfläche geführte Schnitte erhärteter und besonders eingespritzter Stücke durchgeht. Zur Darstellung dieser Verbindung sind eine Reihe von Mitteln angewendet worden, welche auch die Harnkanälchen von einander trennen und den Zusammenhang der verschiedenen Theile derselben unter einander erkennen lassen, so eine Mischung von chlorsaurem Kali und Salpetersäure (*Uechtritz*), eine konzentrirte Kalilösung (*Moleschott*), konzentrirte Salzsäure (*Henle*), welche letztere, *Koelliker*'s Erfahrungen zufolge, sobald die Säure nicht zu stark ist (1 Th. rauch. Säure auf 1—5 Th. Wasser), die besten Ergebnisse liefert und auch die Epithelien ziemlich gut erhält. Für embryonale Nieren empfiehlt *C. Golgi* einprozentige arsenige Säure, welche jedoch für ältere Nieren, so weit ich sehe, nicht brauchbar ist. Die *Glomeruli* selbst findet man häufig mit Blut gefüllt, am leichtesten erforscht man ihren Bau nach künstlicher Füllung, die mit jeder feinen Masse von den Arterien aus sehr leicht gelingt. Bei solchen Einspritzungen füllt sich auch, wenn sie gerathen, das ganze Kapillarnetz der Rinde und der Pyramiden und lässt sich dann auf senkrechten Schnitten namentlich dieser Theil des Cirkulationsapparates sehr genügend erkennen. Hierzu nehme man noch von den Venen aus eingespritzte Nieren, an denen sich meist nur die Kapillarnetze, seltener die *Glomeruli* füllen und zur Erforschung der *Vasa efferentia* von den Arterien aus nicht ganz vollständig gefüllte Drüsen. Von besonderer Wichtigkeit, namentlich für den Nachweis der *Arteriolae rectae verae* und der Anastomosen von Arterien und Venen etc. sind Injektionen mit Silbernitrat. Den Verlauf der Harnkanälchen untersuchte man früher an feinen Längs- und Querschnitten durch Alkohol, Kochen in verdünnter Salpetersäure und Trocknen (*Wittich*), oder durch Chromsäure erhärteter Nieren, die man durch Essigsäure aufhellte, oder an mit dem Doppelmesser gemachten Schnitten frischer, auch eingespritzter Nieren, an denen man manche Verhältnisse, selbst die Theilungen der Sammelröhren in den Papillen erkennt, doch ist es unumgänglich nöthig, die Harnkanälchen einzuspritzen, wozu von Säugethieren das Pferd, Schwein und der Hund am besten sich eignen. Weitere Einzelheiten finden sich bei *Ludwig* und *Zawarykin*, und bemerke ich nur noch, dass lösliches Berlinerblau nach *Brücke* für sich allein oder mit Glycerin und ein mässiger, gleichbleibender Druck die besten Ergebnisse liefern. Hier ist *Hering*'s Apparat ausgezeichnet am Platze und erreicht man mit demselben oft schon in wenigen Minuten bei 30—40 mm Quecksilber Füllung aller Sammelröhren über grosse Strecken. Will man auch Schleifen und gewundene Kanälchen füllen, so muss man jedoch die Injektion länger fortsetzen und erhält auch in diesem Falle oft nach 24 Stunden noch keinen Erfolg. Zur Isolirung der Stäbchenepithelien dient am besten das von *R. Heidenhain* empfohlene neutrale Ammoniumchromat in 5 prozentiger Lösung; die Fixirung der Nierenepithelien zum Studium der feineren Struktur gelingt wegen der ausserordentlichen Empfindlichkeit dieser Elemente mit den gewöhnlichen Mitteln nur selten gut, worüber insbesondere die Abhandlung von *Sauer* zu vergleichen ist.

Litteratur, soweit sie nicht bereits im Texte citirt wurde; *M. Malpighi*, De renibus, in Exercit. de visc. struct.; *Al. Schumlansky*, Diss. de structura renum, c. tab. Argentor. 1782, 4 ; *W. Bowman*, On the structure and use of the Malpighian bodies of the Kidney, in phil. Trans. 1842, I, p. 57; *C. Ludwig*, Beitr. z. Lehre v. Mechan. d. Harnsekretion, Marburg 1843, und Art. „Niere" in *Wagner*'s Handw. II, S. 628; *J. Gerlach*, in *Müller*'s Arch., 1845 u. 1848; *Koelliker*, in *Müller*'s Arch. 1845; *Remak*, in *Fror*. N. Not. Nr. 768, 1845, S. 308; *F. Bidder*, in *Müller*'s Arch. 1845, und Untersuchungen über die Geschlechts- und Harnwerkzeuge der Amphibien, Dorpat 1848; *J. Hyrtl*, in Zeitschr. d. Wien. Aerzte, 1846; *C. v. Patruban*, in Prag. Viertelj., 1847, III; *G. Johnson*, Art. „Ren.", in Cycl. of Anat. Mai, 1848,; *V. Carus*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. II, S. 61; *v. Wittich*, in Arch. f. path. Anat. III. 1, 1849;

v. *Hessling*, in *Fror.* Not. 1849, S. 264, und Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnsekretion. Jena, 1851; *Frerichs*, Die *Bright*'sche Nierenkrankheit, 1851; *Virchow*, Bemerk. üb. d. Cirkulationsverh. in den Nieren, in Arch. f. path. Anat. XII, S. 310; *C. E. Isaacs*, Zur fein. Anat. d. Niere aus d. New-York-Journal, in *Schmidt*'s Jahrb., 1857, S. 155, und im Journal de la physiologie I. p. 577; *A. Ecker*, Icon. physiol. Tab. VIII; *L. Beale*, On some points in the anatomy of the kidney, in Arch. of med. III, p. 225, IV, p. 300; *A. Beer*, Die Bindesubstanz der menschlichen Niere im gesunden und kranken Zustande, Berlin, 1859; *J. T. M. Schmidt*, De renum structura quaestiones. Gött., 1860, Diss.; *Moleschott*, Ein histochemischer und ein histol. Beitr. z. Kenntniss d. Nieren, in s. Unters. z. Naturlehre Bd. VIII. S. 213; *Hyrtl*, Ueber die Nierenknäuel der Haifische, in Verh. d. zool.-bot. Ges. i. Wien. 1861; *A. Meyerstein*, in Zeitschr. f. rad. Med, 1862, Bd. XV, S. 180; *Henle*, in Gött, Nachr., 1862, Nr. 1 u. 7, und Zur Anatomie der Nieren, Gött. 1862, aus d. Abhandl. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. X; *Remak*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLIV, S. 413; *Hyrtl*, in Wiener Sitzungsber., Bd. XLVII, S. 146; *C. Ludwig* und *Zawarykin*, in Zeitschr. f. rat. Med., Bd. XX, S. 185; *W. Krause*, in Gött. Nachr. 1863; *N. Chrzonszczewsky*, in *Virch.* Arch., Bd. XXXI, S. 153; *Colberg*, in Medicin. Centralblatt 1863, Nr. 48, 49; *Odenius*, in Berl. klin. Wochenschr. 1864, Nr. 10, und Sitzungsber. der schwedischen Akademie, 1864, S. 173; *Kollmann*, in Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XIV, S. 112; *M. Roth*, Unters. über die Drüsensubstanz der Niere, Bern, 1864, Diss.; *H. Hertz*, in Greifswald. medic. Beitr. Bd. III, S. 93; *S. Th. Stein*, in Würzb. medic. Zeitschr. Bd. VI; *F. Schweigger-Seidel*, Die Niere des Menschen und der Säuger, Halle 1865, Würzb. medic. Zeitschr. Bd. VI, S. 151, *Dursy*, in Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. XXIII, S. 268; *Axel Key*, om Circulationsförhållandena i Njurarne, Stockholm, 1865; *R. Reger*, in Arch. für Anatomie 1864; S. 537; *E. Mecznikow*, in Gött. Nachrichten 1866, Nr. 5; *C. G. Hüfner*, zur vergl. Anat. und Phys. der Harnkanälchen, Leipzig, 1866, Diss.; *O. Gampert*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XVI, S. 369; *Th. Ryndowsky*, Die Lymphgefässe der Niere in Verhandl. der 3. Versamml. russ. Naturf. in Kiew, 1871, (Ref. in *Schwalbe*'s Jahresbericht für Anat.); *R. Heidenhain*, Mikrosk. Beitr. zur Anat. und Physiol. d. Nieren in Arch. f. mikrosk. Anat., X. Bd., S. 1; *B. Riedel*, Entwickl. der Säugethierniere in Unters. des anat. Inst. in Rostock, 1874, S. 38; *C. Toldt*, Unters. über das Wachsth. der Nieren etc. in Sitzungsber. d. k. Akad. in Wien, 69. Bd. 1874; *M. Nussbaum*, Untersuch. üb. d. Sekret der Niere in *Pflüger*'s Arch. 16. und 17. Bd. *H. Ribbert*, Ueber die Entwickl der Glomeruli in Arch. für mikrosk. Anat., 17. Bd., S. 113; *V. Cornil*, Sur la structure des cellules de rein à l'etat normal etc. in Compt. rend. T. 88 und Journ. de l'anat. et de la physiol. 1879, p. 402; *J. W. Runeberg*, Bidrag till Känedomen om glomeruli etc. Nordiskt. Med. Arkiv XI. Bd. Nr. 13; *Browicz*, Zur Struktur der Gefässe im *Malpighi*'schen Knäuel, Tageblatt der III. Versamml. poln. Aerzte und Naturforscher in Krakau, 1881 (Polnisch Ref. in *Schwalbe*'s Jahresber. X. Bd.); *Ch. Hortolès*, Étude du processus histologique de nephrites, Paris, 1881 und in Arch. de physiol. 2 Ser., 13 année; *P. Müller*, Das Porenfeld (*Area cribrosa*) etc. in Arch. f. Anat. u Phys. Anat. Abth. 1883; *E. Steinach*, Studien über den Blutkreislauf der Niere, in Sitzb. d. k. Akad. in Wien, 90. Bd., S. 171; *A. Geberg*, Ueber direkte Anastomosen zwischen Arterien und Venen in der Nierenkapsel in Intern. Monatschr. für Anat. u. Histol., II. Bd., S. 223; *R. Steiger*, Beiträge zur Histologie der Nieren in *Virchow's* Arch., 104. Bd., S. 122; *Jardet*, De la présence dans les reines à l'état normal et pathol. de faisceaux de fibres musculaires lisses, in Arch. de physiol., 1886, S. 93; *O. Tornier*, Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien, in Arch. für mikrosk. Anat. 27. Bd., S. 181; *M. Nussbaum*, Ueber die Sekretion der Niere, in Anat. Anz., I. Bd., S. 67 und Zur Kenntniss der Nierenorgane. in Arch. f. mikrosk. Anat., 27. Bd., S. 442; *Oertel*, Ueber die Bildung von Bürstenbesätzen etc., in Arch. für mikrosk. Anat., 29. Bd., S. 525; *J. Tereg*, Der uropoëtische Apparat, in *Ellenberger*'s Vergl. Histol. der Haussäugethiere, Berlin, 1887; *W. Kruse*, Ein Beitrag zur Histol. der gew. Harnkanälchen in *Virchow*'s Arch., 109. Bd. und „Ueber Stäbchensäume der Epithelien", Berlin, 1888, Diss.; *C. Golgi*, Annotazioni interno all' istologia dei reni etc., in Rendiconti d. r. Acc. dei Lincei 1889, Vol. V, 1. Sem p. 334; *H. Hedinger*, Ueber den Bau der *Malpighi*'schen Gefässk. d. N., Breslau, 1888, Diss.; *Ove Hamburger*, Ueber die Entwicklung der Säugethierniere, in Arch. für Anat u. Physiol. Anat. Abth.

Supplem. 1890, S. 15; *A. Nicolas*, Les éléments des canalicules du rein primitif chez les mammifères in Intern. Monatschr. f. Anat. und Phys. 8. Bd. und Arch. d. physiol. 4. Bd.; *O. van der Stricht*, Contrib. à l'étude du mécan. de la secr. urinaire, in Compt. rend. 112. Bd., p. 961 und Ann. de la soc. méd. de Gand; *Tuffiers et Lejars*, Les veines de la capsule adipeuse du rein in Arch. de physiol., 1891, p. 41; *A. Schmidt*, Zur Physiol. der Niere. Ueber den Ort und Vorgang der Karminabscheidung in *Pflüger*'s Arch. 48. Bd., S. 34; *J. Disse*, Ueber die Veränderungen der Epithelien in der Niere bei der Harnsekretion, in Anat. Hefte, I. Bd., 5. Heft, S. 143; *W. Z. Golubew*, Ueber die Blutgefässe in der Niere der Säugethiere und des Menschen, in Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol., 10. Bd., S. 541; *H. Sauer*, Neue Unters. üb. d. Nierenepithel etc., in Arch. f. mikrosk. Anat., 46. Bd., S. 109; *F. Hermann*, Urogenitalsystem, in Ergebn. d. Anat. etc. v. *Merkel* und *Bonnet*, IV. Bd. 1894, S. 110; *Schmerber*, Les artères de la capsule graisseuse du rein, in Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol., 13. Bd. S. 269 u. 273; *P. Toepper*, Unters. üb. d. Nierenbecken d. Säugethiere, in Arch. f. wissensch. u. prakt. Thierheilk., 22. Bd., 1896; *W. Ebstein* und *A. Nicolaier*, Ueber die Ausscheid. d. Harnsäure d. d. Nieren, in *Virchow*'s Arch. 143. Bd., S. 337; *G. Rühle*, Ueber die *Membr. propria* d. Harnkanälchen etc., in Arch. für Anat. und Physiol. Anat. Abth., 1897, S. 153; *J. H. Chievitz*, Beobachtungen und Bemerkungen über Säugethiernieren, in Arch. f. Anat. und Physiol. Anat. Abth. Suppl. 1897, S. 80; *A. Trambusti*, Il mecanismo di secrezione et di escrezione delle cellule renali Ferrara (Tip. Bresciani) 1898; *H. Sauer*, Unters. üb. d. Aussch. d. Harnsäure d. d. Nieren, in Arch. f. mikrosk. Anat. 53. Bd., S. 218; *J. Disse*, Zur Anatomie der Niere, in Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. gesamt. Naturwissensch. zu Marburg, 1898, S. 165.

Ausserdem sind zu vergleichen die beiden Auflagen von *Henle*'s Eingeweidelehre sowie dessen Jahresberichte von 1863 an, ferner die älteren Auflagen dieses Handbuches und bezüglich der älteren Litteratur: *Huschke*'s (*Soemmering*'s) Lehre von den Eingeweiden (1844), endlich die Handbücher der Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie.

§ 284.

Ableitende Harnwege. Der Harnleiter, das Nierenbecken und die Nierenkelche bestehen alle aus einer äusseren Faserhaut, einer glatten Muskellage und einer Schleimhaut. Die erstere, aus gewöhnlichem Bindegewebe und elastischen Fasern vorzüglich der feineren Art gebildet, geht da, wo die Nierenkelche die Papillen umfassen, in die Faserhülle der Niere über. Die Muskellage ist in den Harnleitern sehr deutlich mit äusseren queren und inneren längsverlaufenden Bündeln versehen (*Henle*), zu denen, mit Ausnahme der obersten Theile des Kanales, noch äussere Längsfasern kommen. Im Nierenbecken sind die zwei Muskelschichten noch ebenso mächtig wie im Ureter, während sie in den Kelchen immer mehr sich verdünnen und, wo dieselben an den Papillen sich ansetzen, enden, in der Art jedoch, dass, wie *Henle* richtig angiebt, die Ringmuskeln etwas weiter hinaufreichen und in der Gegend der Umbiegung der Schleimhaut auf die Papille und noch etwas höher einen gut entwickelten „Ringmuskel der Papille" (*Henle*) erzeugen. Die Schleimhaut aller dieser Theile ist dünn, ziemlich gefässreich, ohne Drüsen und Papillen doch mit feinen Fältchen und Grübchen versehen, und setzt sich sehr verfeinert (von 11—22 μ ohne Epithel) auch auf die Nierenpapillen fort, wo sie mit dem innereren Stroma derselben untrennbar sich verbindet. Ihr Epithel von 45—90 μ Dicke ist geschichtet und zeichnet sich durch die wechselnde Form und Grösse der Elemente aus, die in der Tiefe rundlich und klein, in der Mitte walzen- oder keulenförmig von 22—45 μ Länge, mit oft langen, dünnen, seitlich kom-

primirten oder getheilten, nach der Tiefe ziehenden Fortsätzen, an der Oberfläche rundlich vieleckige, 13—22 μ grosse Zellen oder mehr abgeplattete, bis 45 μ erreichende Plättchen sind. Auffallend ist das häufige Vorkommen von zwei und mehr Kernen in diesen Zellen, sowie von zahlreichen oft tiefen Facetten an der Unterfläche, welche von den Eindrücken der darunter liegenden keulen- oder pilzförmigen Zellen herrühren. In der Seitenansicht erscheinen diese Zellen daher an der Unterseite wie gezackt (Fig. 1120 *a*), während von der Fläche gesehen die Facetten als helle, rundliche Flecken, welche durch dunkle Leisten von einander gesondert sind, sich darstellen. In den harnleitenden Wegen kleiner Nagethiere findet man, wie *A. Dogiel* (in Arch f. mikrosk. Anat. 35. Bd.) nachwies, bisweilen oberflächliche, auffallend grosse Riesenepithelzellen



Fig. 1118.

mit vielen Kernen, welche, wie die mehrfachen Kerne der gewöhnlichen Zellen, auf amitotischem Wege entstanden sind. Nicht selten enthalten die oberflächlichen Zellen auch Fetttröpfchen. In den Zellen des Ureters und des Nierenbeckens fand *Zimmermann* (l. c. S. 665) doppelte stäbchenförmige Centrosomen in dem der freien Oberfläche zugewendeten Zellabschnitte.

Das Epithel reicht nach der Tiefe da und dort in Form von Nestern oder rundlichen Haufen in mehr oder weniger ausgebildete Grübchen, welche früher öfter mit Drüsen verwechselt wurden. Wie in andern geschichteten Epithelien sind auch hier wandernde Leukocyten in wechselnder Zahl (Fig. 1119 *l*). Da und dort finden sich, wie bereits *Hamburger* hervorhebt, Ansammlungen von adenoidem Gewebe in der Schleimhaut und *Toldt* (in Gewebel. 3. Aufl. S. 525) fand im Bereiche der

Fig. 1118. Querschnitt durch den oberen Theil des Ureter's. *Müller*'s Flüss. Vergr. 14. *e* Geschichtetes Pflasterepithel; *l* Längslaufende, *r* cirkulär verlaufende glatte Muskelbündel; *s* Schleimhaut.

Nierenkelche in einzelnen Fällen deutliche Lymphknötchen. Unter dem Epithel, dessen tiefste Zellen mehr rundliche Formen zeigen, findet sich zwar kein subepitheliales Endothel, wie *Debove* (s. S. 178) behauptet, aber ein strukturloses Grenzhäutchen von grosser Zartheit, das leicht übersehen werden kann, von *Disselhorst* jedoch — gegentheiligen Angaben gegenüber — neuerdings bestätigt wurde. Dasselbe überkleidet die eigentliche Schleimhaut überall und bedeckt unmittelbar die ganz oberflächlich liegenden Blutkapillaren, welche häufig so in feinen Fältchen der Schleimhaut gegen das Epithel vordringen, dass an Schnitten der Anschein entsteht, als enthielten die tiefen Schichten des Epithels selbst Blutgefässe (Fig. 1119). Die feinen, in das Epithel einspringenden Fältchen, welche auch in der Harnblase vorkommen, geben leicht zu der Täuschung Anlass, dass das Bindegewebe ohne scharfe Grenze in das Epithel übergehe, wie neuerdings von *Rouville* (in Compt. rend. T. 123) behauptet



Fig. 1119.

wurde. Die Schleimhaut geht ohne scharfe Grenze in die Muskelhaut über, indem erst einzelne zartere, dann dickere und zahlreichere, längsverlaufende, glatte Muskelbündel auftreten (Fig. 1118). Die von verschiedenen Autoren (*Virchow, Litten, Ebstein, Hamburger, Egli* u. A.) im Nierenbecken und den Harnleitern angenommenen Drüsen finden, wie *v. Brunn* nachwies, ihre Erklärung durch das Vorkommen von Haufen oder Nestern von Epithelzellen, welche mehr weniger tief in die Schleimhaut hinabreichen können und dadurch eine gewisse Formähnlichkeit mit Drüsen erlangen und nach *Lubarsch* zur Bildung von Cysten in Beziehung stehen. Doch fehlt diesen Epithelzellhaufen, sowohl eine Lichtung, als ein Ausführungsgang, wodurch ihre Drüsennatur mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Im Nierenbecken des Pferdes kommen dagegen, wie *Paladino, Sertoli* und *Egli* fanden, wirkliche Drüsen vor, die einen zähen, glasigen Schleim absondern.

Fig. 1119. Senkrechter Querschnitt durch das Epithel des Harnleiters. Pikrinsublimat, Eosin, Hämatox. Vergr. 325. *c* Blutkapillaren; *l* Leukocytenkerne (dunkel) *im Epithel; o* Oberflächliche, *t* tiefe Zellen des Epithels; *s* Schleimhautfalten.

Die **Harnblase** besitzt, abgesehen von ihrem Peritonealüberzuge, dieselben Häute wie der Ureter. Die Muskelhaut, deren Bündel nach *Treitz* an mehrfachen Orten elastische Sehnen haben, zeigt äusserlich die bekannte Längsfaserschicht (*Detrusor urinae*) mit mehr gleichlaufenden Bündeln, von der aus einzelne Fasern auf den *Urachus*, von dem nach *Luschka* mehr weniger veränderte hohle Reste auch beim Erwachsenen sich finden, sich fortsetzen, darunter ein Flechtwerk schiefer und querer, stärkerer und schwächerer wirklich netzförmig verschmolzener Bündel (*Stratum medium* und *internum*), welche die Schleimhaut nicht ganz vollständig bedecken und an der Urethra in den *Sphincter vesicae internus* (*Henle*) übergehen. Das *Corpus trigonum* am Blasengrunde, zu dem auch die sogenannte *Uvula vesicae* (*Valv. vesico-urethralis*, *Amussat*) am Anfange der Harnröhre gehört, hat eine starke, unmittelbar unter der Schleimhaut gelegene Schicht von weissgelblichen Fasern, die mit den die Muskelhaut der Blase durchsetzenden Längsmuskelfasern der Ureteren zusammenhängt und der übrigen Blasenmuskulatur gegenüber eine gewisse Selbständigkeit besitzt. Sie enthält vorzüglich der Länge nach ziehende, zum Theil auch quere feine elastische Elemente, Bindegewebe und glatte Muskelfasern. *V. Ellis* nennt diese Lage **submuköse Muskelschicht der Blase**, und lässt sie noch über das Trigonum hinaus eine Strecke weit nach oben verlaufen. Bezüglich weiterer Einzelheiten über die Blasenmuskulatur sei insbesondere auf die Mittheilungen *Th. Jurie*'s verwiesen.



Fig. 1120.

Die Schleimhaut ist blass, ohne Papillen und Zotten (*Henle* sah in einzelnen Fällen solche von 30 μ Länge) und bildet an der kontrahirten Blase mit Ausnahme des Trigonum reichliche dicke Falten, welche sich bei Ausdehnung der Blase ausgleichen. Wie die Dicke der Blasenwand überhaupt, mit Ausnahme des Trigonum wechselt auch die Dicke der Schleimhaut je nach dem Füllungszustande bedeutend. Am Trigonum ist die Schleimhaut kaum 0,1 mm dick, während im Bereiche der Falten der zusammengezogenen Blase dieselbe über 2 mm Dicke erreichen kann, bei möglichster Ausdehnung aber nicht dicker sein dürfte, als am Blasendreieck. Der Bau der Blasenschleimhaut ist im Wesentlichen ganz derselbe wie im Harnleiter. Das Epithel erreicht eine Dicke von 60—100 μ in der kontrahirten Blase und zeigt dieselben Zellformen wie der Harnleiter und das Nierenbecken, doch ist hervorzuheben, dass durch die Ausdehnung der Blase das Epithel stark verdünnt wird und die Zellen, wie *Paneth* zuerst betonte, *London*, *Oberdieck* und *Kann* weiter ausführten, stark abgeflacht und ausgedehnt werden, ohne jedoch ihr Volum zu ändern. Es geht dadurch das in der kontrahirten Blase aus mehr cylindrischen Zellen

Fig. 1120. Epithelzellen der kontrahirten Harnblase. *Müller*'s Fl. *a* Epithelzelle der Oberfläche mit zwei Kernen; *k* Keulenzellen aus der Tiefe.

(d. h. solchen, die höher als breit sind) bestehende Epithel in ein niedriges Pflasterepithel über.

Wie der Harnleiter, entbehrt auch die Harnblase im Allgemeinen der Drüsen, doch finden sich am Scheitel und bis herab zum Blasengrunde da und dort, zwischen nicht ausgleichbaren Schleimhautfältchen, Epithelzellennester, welche Drüsen vortäuschen können. Doch gingen *Sappey*, *v. Brunn* und *Hey* wohl zu weit, wenn sie das Vorkommen von Drüsen in der Harnblase gänzlich leugneten. Nach *Koelliker* (Mikrosk. Anat. II. Bd. 2 S. 366 und alle Aufl. d. Handb.) finden sich „in der Nähe der Urethramündung und gegen den Grund kleine Drüsen in Form einfacher birnförmiger Schläuche oder kleiner Träubchen von solchen (einfach traubige Drüschen). Dieselben haben bei einer Grösse von 90—540 μ, Oeffnungen von 45—110 μ, ein cylindrisches Epithel und einen hellen Schleim als Inhalt. In pathologischen Fällen sind dieselben nach *Virchow* hie und da vergrössert und mit weisslichen Schleimpfröpfen gefüllt." Diese Beschreibung und die beistehende aus der mikroskopischen Anatomie entnommene Abbildung lassen keinen Zweifel, dass es sich hier um wahre Drüsen handelt.



Fig. 1121.

Es kann nur die Frage sein, ob diese Drüsen konstant sind, oder nur gelegentlich, vielleicht als versprengte Drüsen der Harnröhre, auftreten. Letzteres ist mit Rücksicht auf die nahen entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen des Blasendreieckes zur Harnröhre, auf welche jüngst *Waldeyer* (in Sitzungsbericht der kgl. Akademie zu Berlin, 1897, S. 732) hinwies, und mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Drüsen von vielen Untersuchern vergeblich gesucht wurden, nicht unwahrscheinlich. *Henle* (Eingeweidelehre, I. Aufl. S. 329) bezeichnet die Drüsen als nicht beständig und von derselben Beschaffenheit, wie innerhalb der Urethra in der Umgebung des *Colliculus seminalis*. *Oberdieck* fand die Drüsen unter fünf Fällen nur einmal. In der Harnblase der Amphibien, nicht aber in jener der Säugethiere, finden sich, wie *Schiefferdecker* und *H. List* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 29. Bd.) nachwiesen, einzellige Drüsen in Form von Becherzellen im Epithel. Doch scheinen auch die oberflächlichen Epithelzellen im Ureter und in der Blase der Säugethiere Schleim zu bilden; entschieden sekretorische Funktionen zeigt, wie *List's* Untersuchungen (in Arch. f. mikrosk. Anat. 38. Bd.) ergeben das Blasenepithel von *Testudo graeca*.

Wie im Nierenbecken kommen auch in der Schleimhaut der Blase inkonstant, theils diffuse, theils zu rundlichen Knötchen abgegrenzte Einlagerungen von adenoidem Gewebe vor, welche *W. Krause* am Blasengrunde, *Weichselbaum* auch an anderen Stellen auffand.

Fig. 1121. 1. Drüse des Blasenhalses. *a* Epithel der Schleimhaut; *b* Drüse selbst. Vergr. 40. 2. Epithelzellen der Blase. *a* Eine der oberflächlichen Zellen isolirt mit mehreren Vertiefungen an der unteren Seite; *b* ebensolche Zelle mit drei anliegenden länglichen Zellen. Vergr. 300.

Eben so wenig als im Harnleiter besteht in der Harnblase eine scharfe Sonderung einer eigentlichen Schleimhaut und einer Submukosa. Doch werden in der an gröberen Gefässen reichen, als Submukosa bezeichneten Lage, welche nur im Trigonum fehlt, die Bindegewebszüge derber und zellenärmer. Den Bindegewebszügen mischen sich nach der Tiefe erst einzelne dünne, dann allmählich stärkere und zahlreichere Bündel glatter Muskeln bei, wodurch der Uebergang der Schleimhaut in die Muskelhaut sich vollzieht. Ebenso wie in den Harnleitern zeigen auch in der Blase die Muskelbündel nirgends dicht geschlossene Muskelmassen; es zieht vielmehr überall zwischen den Muskelbündeln reichliches Bindegewebe hindurch, das von der Schleimhaut bis zur Faserhaut zusammenhängt und der Träger der stärkeren Blut- und Lymphgefässe und Nervengeflechte ist. Die in der Faserhaut vorkommenden Einlagerungen von Fettgewebe dringen da und dort, namentlich längs der Nerven und Gefässe oft tief in die Muskelhaut, ja selbst in die Submukosa ein.

Die Blutgefässe versorgen zunächst die Muskelhaut und bilden in der Tiefe der Submukosa gröbere Netze, aus welchen in den Falten kleine Arterien und Venen ziemlich senkrecht zur Oberfläche aufsteigen und dicht unter dem Epithel in ein Kapillarnetz sich auflösen, dessen Maschen an einer mässig kontrahirten Blase etwa 30—45 μ, im Bereiche des Nierenbeckens aber 70—130 μ weit sind. Dieses Kapillarnetz findet sich vom Nierenbecken herab bis zur Harnröhre und ist von dem Epithel nur durch ein äusserst dünnes Häutchen getrennt. Die tiefer gelegenen Theile der Schleimhaut sind relativ arm an Kapillaren. Die Lymphgefässe des Nierenbeckens und der Harnleiter bilden nach *W. Krause* (Allg. Anat. S. 248) ein weitmaschiges, oberflächliches und in der Submukosa ein reichhaltiges, gut entwickeltes, durch Anschwellungen an den Knotenpunkten charakteristisches Netz. Die Lymphgefässe der Blase wurden in neuerer Zeit von *D. Gerota* einer genauen Untersuchung unterzogen, der zufolge in der eigentlichen Schleimhaut Lymphgefässe fehlen, während die Muskelhaut feine Lymphgefässnetze besitzt, welche an deren inneren Oberfläche beginnen und zu gewundenen, wenig Klappen führenden Stämmen sich sammeln, die zur Seitenwand der Blase ziehen und zunächst in Lymphdrüsen münden, welche theils längs der *Arteriae umbilicales* (*Lymphoglandulae vesicales laterales*), theils hinter der Schamfuge in dem dort befindlichen Fettgewebe (*Lymphoglandulae vesicales anteriores*) gelegen sind. Nur am Blasenmunde finden sich, von der Harnröhre her sich fortsetzend, auch noch einige Lymphgefässe in der Submukosa.

Die Nerven der ableitenden Harnwege, aus dem *Plexus renalis, spermaticus* und *hypogastricus inferior* stammend, führen neben marklosen auch viele markhaltige Fasern und bilden vorzüglich die Arterien begleitende Geflechte, welche auch zahlreiche Ganglien enthalten, wie für die Blase *Remak* (1840) zuerst nachwies. Nach *Engelmann* (in Arch. f. d. ges. Physiol. II. Bd.), dem im Wesentlichen *Disselhorst* beistimmt, sollen im Bereiche des Harnleiters Ganglien nur im unteren, der Blase benachbarten Theile vorkommen, höher oben aber gänzlich fehlen, während *Rud. Maier* und *Protopopow* sie in der ganzen Länge auffanden und *A. Dogiel* sie wenigstens nur im mittleren Theile vermisste. Sie liegen grossentheils in den Geflechten der Faserhaut, finden sich aber, wenn auch seltener, zwischen den Muskelbündeln. Die Nerven sind

zweifellos zum grossen Theile für die Innervation der glatten Muskeln bestimmt, in welcher Beziehung auf § 237 verwiesen sei. Es finden sich aber auch feinere Nervengeflechte in der Schleimhaut, aus welchen für das Epithel bestimmte Aestchen abgehen, deren eigenthümliches Verhalten zuerst *G. Retzius* (in Biol. Unters. N. F. IV. Bd. S. 42) an der Harnblase des Kaninchens nach der Methode *Golgi*'s nachwies. Aus der Schleimhaut treten zunächst feine Bündel senkrecht von unten in das Epithel, biegen dann im Epithel, direkt oder unter Theilungen, ehe sie die oberflächlichen Zellen erreichen, in eine tangentiale Richtung ab und verlaufen nun unter vielfachen Biegungen im Ganzen parallel zur Oberfläche des Epithels und geben dabei rückwärts gegen die basalen Epithelzellen gerichtete, terminale Fäserchen ab, welche zwischen den Zellen der tiefen Schicht mit leichten Anschwellungen enden. Die oberflächlichen Epithelzellen bleiben also von Nerven frei. Ueber die Nerven des unteren Theiles des Harnleiters theilt *Timofejew* (citirt von *Protopopow*) mit, dass sowohl die Muskelhaut als die Schleimhaut überaus reich an Nerven ist und dass dieselben zwischen die Epithelzellen eindringen.

Die Harnröhre des Mannes wird bei den Sexualorganen besprochen werden. Die des Weibes besitzt eine röthliche Schleimhaut, welche ausser Bindegewebsbündeln und reichlichen elastischen Fasern in den tieferen Lagen viele glatte Muskelbündelchen enthält und durch ungemein zahlreiche Gefässe, namentlich sehr entwickelte Venennetze ausgezeichnet ist, die der Schleimhaut ein schwammartiges Gefüge verleihen (Fig. 1122). Es ist dieses Gewebe das *Corpus spongiosum Kobelt*. Die Oberfläche der Schleimhaut zeigt, abgesehen von gröberen verstreichbaren Längsfalten, viele kleinere unregelmässige Fältchen und Gruben und entbehrt ebenso, wie die Schleimhaut der Harnblase in der Regel der Papillen. Wie in der Harnblase sind unmittelbar unter dem Epithel kapillare Blutgefässe, ausserdem sammeln sich aber dicht unter dem Epithel schon zahlreiche bis 30 μ und in einer Tiefe von 10 μ bereits 140—260 μ weite Venen. Auch kleine Arterien rücken, wenn auch nicht so nahe wie die Venen, an das Epithel und in einer Entfernung von 30 μ von dem letzteren giebt es noch Arterien von 20 μ Durchmesser und 35 μ dicke Nervenbündel. Bis in eine Tiefe von 50—70 μ unter dem Epithel ist die Schleimhaut frei von Muskeln und am reichsten an Venen; es treten dann zunächst feine 6—10 μ dicke, längslaufende, glatte Bündelchen auf, welche nach aussen rasch an Zahl und Dicke bis 35 μ zunehmen und überall zwischen den Bluträumen im Bindegewebe vertheilt sind und zwischen den Muskelfasern selbst noch relativ reichliches Zwischengewebe enthalten. Die Wandungen der Venen des Schwammkörpers besitzen keine eigenen Muskeln. Aussen schliesst sich an den Schwammkörper eine vorzüglich aus kreisförmig verlaufenden glatten Bündeln bestehende Muskelschicht an, der sich dann auch quergestreifte Fasern beimischen (Fig. 1122 *m*), welche den quergestreiften *Musculus urethralis* darstellen, der mit den benachbarten Dammmuskeln sich verflicht.

Das Epithel der weiblichen Harnröhre ist individuell verschieden; bald ein geschichtetes Pflasterepithel, wie in der Harnblase, bald ein mehrreihiges Cylinderepithel. Wenn man die verschiedenen Angaben der Autoren vergleicht, scheint das geschichtete Pflasterepithel häufiger vorzukommen, als das Cylinderepithel; doch liegen hierüber keine entscheidenden Untersuchungen vor. Doch muss

betont werden, dass der Gegensatz von Pflaster- und Cylinderepithel in dem vorliegenden Falle kein allzu greller ist. Das geschichtete Pflasterepithel der ableitenden Harnwege ist in mancher Beziehung einem Cylinderepithel ähnlich, weshalb es auch von *Henle* als Uebergangsepithel bezeichnet wurde. In kontrahirten Blasen sind, namentlich in den Furchen zwischen den Falten, die oberflächlichen Zellen häufig höher als breit und man könnte demgemäss dasselbe auch als Cylinderepithel bezeichnen. Es bleibt aber der Unterschied, dass in dem wahren mehrreihigen Cylinderepithel der weiblichen Harnröhre alle Zellen, also

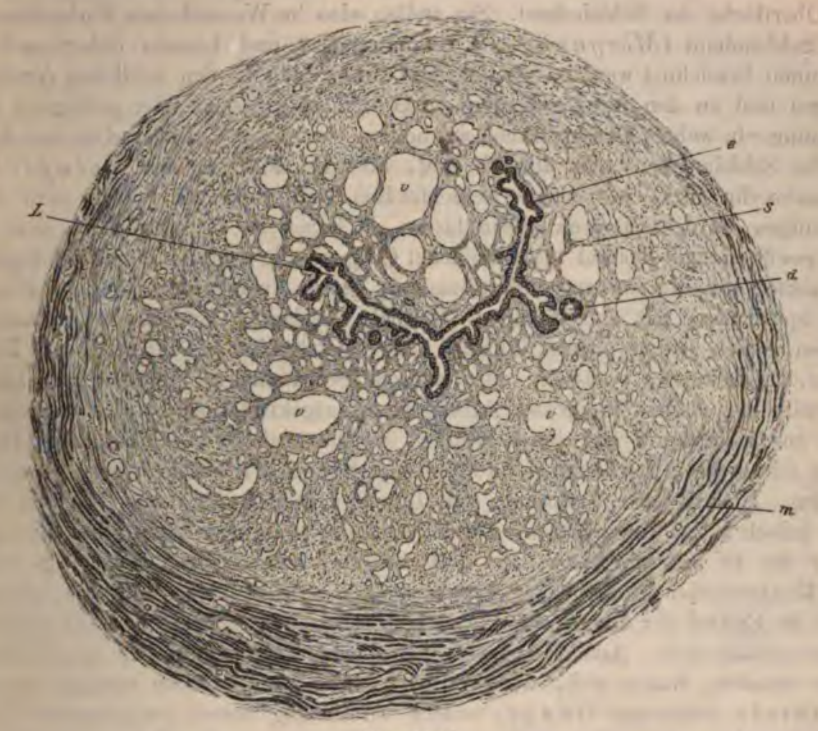


Fig. 1122.

auch die an die Lichtung anstossenden, mit ihren unteren Enden die bindegewebige Grundlage der Schleimhaut erreichen, während dies bei den oberflächlichen Zellen eines geschichteten Epithels nicht der Fall ist. Doch scheint es mir nicht unmöglich, dass durch Abstossung der oberflächlichen Zellen das geschichtete Pflasterepithel sich zeitweilig in ein mehrreihiges Cylinderepithel umwandele und je nach dem mehr weniger regen Regenerationsprozesse, bei demselben

Fig. 1122 Querschnitt durch eine weibliche Harnröhre. Pikrinsublimat. Vergr. 10. *L* Lichtung der Harnröhre; *d* Drüsenartige Lakunen; *e* Epithel; *m* Quergestreifte Muskelbündel des *Musc. urethralis*; *s* Schleimhaut mit zahlreichen kleineren und grösseren Venenräumen *v*. Die dunkleren Partien des Schleimhautgewebes entsprechen zarten Zügen glatter Muskeln.

Individuum bald als Cylinder- bald als Pflasterepithel sich darstelle, um so mehr, als man in derselben Harnröhre beiderlei Epithelformen neben einander beobachtet.

Die als Drüsen bezeichneten Bildungen der weiblichen Harnröhre können vom theoretischen Standpunkte nur theilweise als solche gelten. Unregelmässig vertheilt finden sich vorzüglich mit ihren Mündungen in Reihen längs der gröberen Falten grübchen- und schlauchförmige, da und dort sich verästelnde und mit seitlichen Ausbuchtungen versehene, mehr weniger tief in das Schwammgewebe eindringende Gänge, welche von demselben Epithel bekleidet sind, wie die Oberfläche der Schleimhaut. Sie stellen also im Wesentlichen Einbuchtungen der Schleimhaut (*Morgagni*'sche Lakunen) dar und können daher auch als Lakunen bezeichnet werden. Stellenweise findet man in den seitlichen Ausbuchtungen und an den blinden Enden der Gänge, in grösserer oder geringerer Ausdehnung ein wahres Drüsenepithel aus hellen, einreihigen Cylinderzellen bestehend, welche Schleimzellen sehr ähnlich sind, aber bei Färbung mit *Delafield's* Hämatoxylin nicht wie wahre Schleimzellen sich verhalten. Will man diese Bildungen als echte Drüsen gelten lassen, so haben sie das Auffällige, dass den mit gewöhnlichem Epithel ausgekleideten Gängen, die man als Ausführungsgänge betrachten müsste, eine unverhältnissmässig grosse Ausdehnung im Vergleiche zu den spärlichen, mit secernirendem Epithel versehenen Endbläschen zukommt. Neben diesen Gangsystemen kommen aber, namentlich am Anfange der Harnröhre, auch kurze, verästelte oder einfache Schläuche vor, welche mit hellen, secernirenden Zellen in grosser Ausdehnung ausgekleidet sind. Sie entsprechen dem gewöhnlichen Typus jener Drüsen, welche auch in der männlichen Harnröhre (siehe diese) vorkommen und gewöhnlich als *Littre*'sche Drüsen bezeichnet werden. Eine scharfe Trennung von Lakunen und *Littre*'schen Drüsen lässt sich daher nicht durchführen. Die Drüsen der weiblichen Harnröhre sind mitunter bis zu 4.5 mm vergrössert und mit einer colloidartigen Masse, ja selbst mit Konkretionen ähnlich den Prostatasteinen erfüllt. Da und dort kommen auch im Epithel der Oberfläche kleine Hohlräume vor, welche mit einer colloiden Masse erfüllt sind. Ausser den drüsenähnlichen Lakunen, welche in die Harnröhre münden, finden sich, worauf zuerst *Skene* aufmerksam machte, paraurethrale verzweigte Gänge, welche selbständig neben der äusseren Harnröhrenmündung sich öffnen. Diese Gänge (*Ductus paraurethrales*) haben, wie *Oberdieck* nachwies, denselben Bau wie die lakunären Gänge der Harnröhre; sie kommen in wechselnder Ausbildung vor und können über 1 cm lang sein. Die von *Kocks* (in Arch. f. Gynäk. 20. Bd.) ausgesprochene Vermuthung, dass die paraurethralen Gänge Reste der Urnierengänge (*Gartner*'schen Kanäle) seien, wird von *W. Nagel* durch den Nachweis ihrer späten Entstehung bei 7—9 cm langen Embryonen (durch Einstülpung des Epithels des *Sinus urogenitalis*) widerlegt.

Litteratur über die ableitenden Harnwege.

Viner Ellis, On the musc. struct. in the urinary and certain of the generat. org. in Med. chirurg. Trans. 1857, p. 327 und Philos. Trans. 1860, p. 469; *G. Burckhardt*, Das Epithelium der ableitenden Harnwege in *Virchow's* Arch. XVII. Bd. S. 122; *H. de Schmid*, De ves. ur. collo non exstante atq. de org. ill. tun. muscul.

Dorpat 1859, Diss.; *H. Luschka*, Ueber den Bau des menschl. Harnstranges in *Virchow*'s Arch. XXIII. Bd., S. 1; *Uffelmann*, Zur Anatomie der Harnorgane in Zeitschr. f. rat. Med. XVII. Bd., S. 254; *H. Linck*, Ueber das Epithel der harnleitenden Wege in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1864, S. 137; *Susini*, Recherches sur l'impermeabilité de l'epithelium vésical in Journ. de l'Anat. (*Robin*) 1868, S. 144; *Th. Engelmann*, Zur Physiologie des Ureter's in *Pflüger*'s Arch., II. Bd.; *H. Obersteiner*, Die Harnblase und die Ureteren in *Stricker*'s Handb. d. Lehre v. d. Geweben S. 517: *Th. Egli*, Ueber die Drüsen des Nierenbeckens in Arch. f. mikrosk. Anat., IX. Bd., S. 653; *G. Jurié*, Beitr. z. Kenntn. d. Baues u. d. Verr. d. Blase u. Harnröhre, in Wiener med. Jahrb., IV. Bd., S. 415; *Robin et Cadiat*, Struct. int. d. l. muqueuse urethrale de l'homme et de la femme in Journ. de l'anat. et de la phys. 1874, S. 514; *J. Paneth*, Ueber das Epithel der Harnblase, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 74. Bd., 1876; *Ad. Hamburger*, Zur Histologie des Nierenbeckens und des Harnleiters in Arch. f. mikrosk. Anat., 17. Bd., S. 14; *A. Skene*, The Anatomy and Pathology of two important glands of the Female Urethra in American Journ. of Obstetrics and Diseases of Women and Children, Vol. XIII (1880); *H. Chiari*, Ueber das Vorkommen lymphatischen Gewebes in der Schleimh. d. harnleit. Appar. d. Menschen in Wiener Med. Jahrb. 1881, S. 9; *A. Weichselbaum*, Ueber das Vorkommen lymphat. Gewebes in der normalen Harnblasenschlh. d. Menschen in Allg. Wiener med. Zeitg. 1881, Nr. 35; *B. London*, Das Blasenepithel bei versch. Füllungszuständen der Blase, in Arch. f. Anat. u. Phys. Phys. Abth. 1881, *G. and Fr. Hoggan*, The comparat. Anat. of the Lymphatics of the Mammal. Urinary Bladder in Journ. of Anat. and Physiol., Vol. XV, p. 355; *M. Schüller*, Ein Beitr. z. Anat. d. weibl. Harnröhre in *Virchow*'s Arch., 94. Bd., S. 405; *G. Oberdieck*, Ueber Epithel und Drüsen der Harnblase und der männl. u. weibl. Urethra, Göttingen 4. 1884; *A. Betzow*, Zur Regeneration des Epithels der Harnblase in *Virchow*'s Arch. 97 Bd., S. 279; *J. M. van Cott*, The histology and pathology of *Skene*'s urethral glands. Brooklyn med. journ. Vol. I., S. 132; *F. Tourneux et G. Hermann*, Vessie in Diction. encyclop. d. sc. med. S. 208; *A. Dogiel*, Zur Frage über das Epithel der Harnblase in Arch. f. mikrosk. Anat. 35. Bd., S. 389; *P. Almasoff*, Ueber periurethrale Drüsen beim Weibe in Med. Samml. herausgeg. von der k. kaukasischen ärztl. Ges. (Russisch, ref. in *Schwalbe*'s Jahresb. 1890, S. 374); *Paus*, Ueber normales u. pathol. Epithel der harnableitenden Wege, Kiel 1892, Diss.; *A. v. Brunn*, Ueber drüsenähnliche Bildungen in der Schleimh. d. Nierenbeckens, d. Ureters und der Harnbl. d. Menschen in Arch. f. mikrosk. Anat. 41. Bd., S. 294; *Lubarsch*, Ueber Cysten der ableitenden Harnwege, Ibid.; *L. Aschoff*, Ein Beitrag zur normal. u. path. Anat. d. Schleimh. d. Harnwege und ihrer drüsigen Anhänge in *Virchow*'s Arch. 138. Bd., S. 119 u. 195; *R. Disselhorst*, Der Harnleiter der Wirbelthiere in Anat. Hefte 4. Bd., S. 127 (1894); *F. Hey*, Ueber Drüsen, Papillen, Epithel und Blutgefässe der Harnblase, Tübingen 1894, Diss. und in Beitr. z. klin. Chirurgie 13. Bd., S. 427; *G. Klein u. K. Groschuff*, Ueber intraepitheliale Drüsen der Urethralschleimhaut in Anat. Anz. XII. Bd., S. 197; *S. A. Protopopow*, Beitr. z. Anat. u. Physiol. der Ureteren in *Pflüger*'s Arsch. 66. Bd.; *D. Gerota*, Ueber die Anatomie und Physiol. d. Harnblase in Arch. f. Anat. u. Phys. Phys. Abth. 1897, S. 428; *W. Nagel*, Die weibl. Geschlechtsorgane in *Bardeleben*'s Handb. d. Anat. d. Menschen 2. Lieferung, Jena 1896 (Weibliche Harnröhre).

Von den Nebennieren.

§ 285.

Die Nebennieren, *Glandulae suprarenales*, sind paarige Organe von eigenthümlichem Baue, welche wie die Schilddrüsen zu den Blutgefässdrüsen gerechnet werden müssen. Eine jede Nebenniere besteht aus einer ziemlich festen, aber dünnen, bindegewebigen Hülle, die das ganze Organ genau umgiebt und durch viele Fortsätze mit dem eigentlichen Gewebe sich verbindet, das von einer Rinden- und Marksubstanz gebildet wird. Die erstere, *Subst. corticalis*,

ist derber, 0,28—1,12 mm dick, leicht in der Richtung der Dicke reissend und auf dem Bruche faserig. Ihre Farbe ist grösstentheils weisslichgelb oder gelb, geht jedoch im innersten Dritttheile gewöhnlich in Braungelb oder Braun über, so dass man auf Durchschnitten zwei Lagen, eine äussere breite, helle Schicht und einen schmalen, dunklen Saum nach innen unterscheidet. Die Marksubstanz ist regelrecht heller als die Rinde, und zwar grauweiss mit einem Stiche ins Röthliche, doch kann dieselbe, wenn ihre zahlreichen Venen mit Blut gefüllt sind, auch eine dunklere, mehr venöse Farbe annehmen. Ihre Festigkeit ist geringer als die der Rinde, doch nicht so sehr, als man gewöhnlich glaubt, und was ihre Dicke anlangt, so ist dieselbe an den dünnen Rändern und am oberen äusseren Ende des Organes sehr unbedeutend (0,35—0,75 mm), ja selbst verschwindend gering, in der Mitte dagegen und an der unteren inneren Hälfte steigt dieselbe bis zu 2 mm, selbst 3,3 mm an. Beim Menschen löst sich an Leichen die Rindensubstanz äusserst gern von der Marksubstanz los, und enthält dann die Nebenniere eine oft das ganze Organ einnehmende Höhle, in welcher ein von der halb zerfallenen braunen Lage der Rinde herrührender und mit Blut vermengter schmutziger Brei, nebst dem mehr unveränderten Marke enthalten ist, welches jedoch in selteneren Fällen ebenfalls zerfällt.



Fig. 1123.

Wie accessorische Schilddrüsen kommen auch gelegentlich accessorische Nebennieren zur Beobachtung. Sie finden sich theils in der Nähe des Hauptorganes, gleichsam als abgeschnürte Stücke desselben, theils unter der Nierenkapsel im Rindenparenchym der Niere, aber auch weit entfernt vom Hauptorgane bis herab ins Becken. Sie entbehren der Marksubstanz (*Marchand* in *Virchow's* Arch., 92. Bd., S. 14), was mit Rücksicht auf die eigenthümliche Entwicklung der Nebennieren (siehe S. 393) bemerkenswerth ist.

§ 286.

Feinerer Bau. Die Rindensubstanz besitzt als Gerüste ein zartes Maschenwerk von Bindegewebe, das im Zusammenhange mit der Hülle und von ihr ausgehend, mit dünnen, unter einander vereinten Blättern diese ganze Lage durchzieht und eine sehr grosse Menge dicht beisammenstehender, senkrecht von aussen nach innen durch die ganze Dicke der Rinde verlaufender Fächer von 20—45 μ, selbst 68 μ Breite begrenzt. In diesen Fächern liegt eine körnige Masse, die durch zartere, schief oder querverlaufende bindegewebige Scheidewände in grössere und kleinere Gruppen vertheilt wird, welche *Ecker* als Drüsenschläuche beschrieb und innerhalb einer zarten Haut eine körnige, mit Kernen oder auch Zellen gemengte Masse enthalten liess. Diese Bildungen, die Rinden-

Fig. 1123. Senkrechter Schnitt durch einen Theil der Nebenniere des Menschen. *a* Hülle und äusserste Lage der Rinde; *b* Mittlere Lage der Rinde mit entwickelten Zellensträngen; *c* Innere braune Zone der Rinde; *d* Marksubstanz, in der ein Venenquerschnitt sichtbar ist.

cylinder *Koelliker's*, bestehen jedoch aus rundlich eckigen Zellen von 13—22 μ Durchmesser, welche strangartig angeordnet knapp unter der Kapsel mehr gewunden verlaufen und auch bogenförmig in einander übergehen, im mittleren Theil der Rinde einen gestreckteren radiären Verlauf einschlagen (*Zona fascicularis, Arnold*) und endlich an der Grenze von Rinde und Mark durch besonders zahlreiche Verbindungen, wie sie da und dort auch in den äusseren Rindentheilen vorkommen, netzartig sich anordnen (*Zona reticularis Arnold*). Schläuche oder Blasen mit von Zellen umschlossenen Hohlräumen, wie sie von *Ecker* u. A. beschrieben wurden, kommen jedenfalls sehr selten vor; von Zellen umschlossene dünnwandige Venen können leicht zu Täuschungen Anlass geben. Eine an eine Schilddrüsenblase erinnernde Bildung von 20 μ Lichtung, die ringsum von einer einfachen Lage von Zellen umgeben war, fand ich unter vielen Schnitten nur ein einziges Mal. Typisch sind die Rindencylinder beim Menschen wie bei Thieren durchaus solide Zellenstränge ohne jeden Hohlraum im Innern. Wie bereits *Koelliker* (5. Aufl.) gegen *Ecker* und *Henle* hervorhebt, fehlt den Rindencylindern eine *Membrana propria*, wie sie echten Drüsenschläuchen zukommt. In der äusseren Rindenschicht zeigen die Zellen im Allgemeinen beim Menschen eine geringere Grösse und stehen häufig in einfachen Reihen, wobei sie in der Richtung des Stranges bisweilen etwas komprimirt sind oder sie bilden hier auch rundliche, rings von Bindegewebe umgebene Zellennester, welche von den benachbarten Zellensträngen völlig isolirt sind. Bei manchen Thieren — nament-

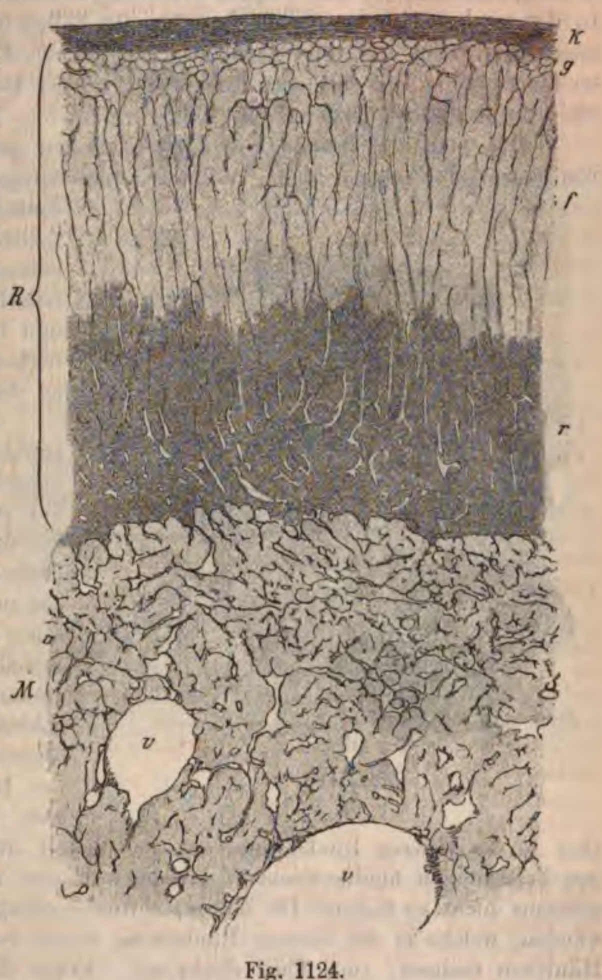


Fig. 1124.

Fig. 1124. Schnitt von der Nebenniere eines Hingerichteten. *Zenker's* Flüss., Orcein. Vergr. 55. *K* Kapsel; *M* Mark; *R* Rinde; *f* Mittlere, *g* äussere, *r* innere pigmentirte Zone; *v* Venöse Gefässe. Die elastischen Fasernetze des Markes dunkel.

lich bei Pferd und Hund bestehen die äusseren Rindenstränge aus auffallend langen, schmalen, cylindrischen Zellen (siehe unten).

Die abgeplatteten Zellen beim Menschen können in der Profilstellung Cylinderzellen vortäuschen. Diese Zellen der oberflächlichen Rindenschicht zeigen beim Menschen ein etwas wabiges Ansehen, enthalten aber keine Fetttröpfchen. In der mittleren Rindenschichte bestehen die Zellenstränge aus grösseren bis 22 μ messenden Zellen mit rundlichen, 6—7 μ grossen Kernen, welche zu mehreren im Querschnitte des Stranges liegen und in der Regel reichlich mit farblosen, oft grossen Fetttröpfchen erfüllt sind.

Hat man die letzteren an Lackpräparaten gelöst, so erscheint die Zelle von einem grobwabigen Baue, wobei die blasenartigen Hohlräume den gelösten Fetttröpfchen entsprechen. Diese Zellen haben, wie *Koelliker* bemerkt, grosse Aehnlichkeit mit fetterfüllten Leberzellen. Selten und nur an beschränkten Stellen reichen die fetterfüllten Zellen bis an die Kapsel.

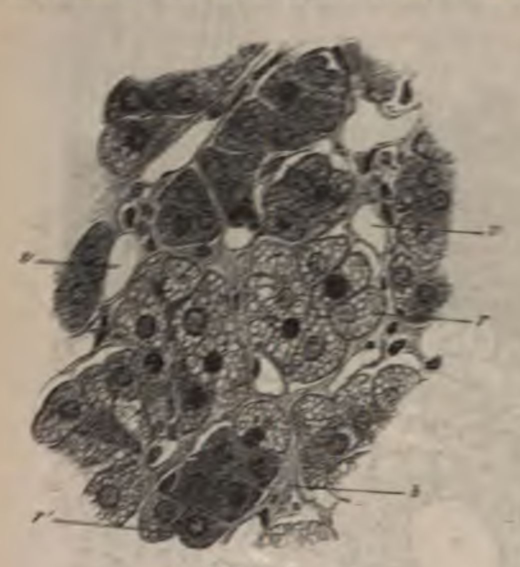


Fig. 1125.

Das bereits erwähnte Bindegewebe der Rinde ist im Allgemeinen sehr zart und entbehrt mit Ausnahme der Kapsel und der derberen, grosse Gefässe und Nerven führenden Stränge, welche zum Marke ziehen, der elastischen Fasern. Es nimmt einen verhältnissmässig nur geringen Raum ein, ist aber der Träger zahlreicher Blutkapillaren und Venen, welche im äusseren Theile der Rinde zum Theil ziemlich weit sind, besonders zahlreich aber in der inneren Rindenzone, wo sie überall durch die Lücken zwischen den Zellsträngen hindurchziehen. Arterienäste sind in der eigentlichen Rindensubstanz nicht zu finden. Die Zellen der Rindenstränge sitzen den dünnen Venenwänden, welche in der inneren Rindenzone ausser dem Endothel nur ein zartes Häutchen besitzen, zum Theil direkt auf. Etwas dicker und von einer nachweisbaren Bindegewebsschicht umgeben sind die Venenwände in der äusseren Rindenschicht. Im Innern der Zellenstränge findet sich häufig gar keine Bindesubstanz; es kommen aber auch Stellen vor, wo zarte Bälkchen da und dort zwischen den Zellen hindurchziehen oder wo selbst ein förmliches Reticulum vorhanden ist, in dessen Maschen die Zellen eingelagert sind. Indessen ist

Fig. 1125. Senkrechter Durchschnitt des mittleren Theiles der Nebenniere vom Hingerichteten. *Zenker*'s Flüss., Eisenlackhämatox., Eosin. Vergr. 325. *b* Bindegewebe; *r* Fetthaltige und *r'* pigmentirte Rindenzellen in mannigfaltigen Uebergangsformen. Die *Fetttropfen* sind gelöst und erscheinen daher wie Vakuolen im Zellplasma; *v* Venen.

letzteres, wie man an mit Kongoroth oder nach *Van Gieson* gefärbten Schnitten sieht, keineswegs die Regel.

Im inneren Theile der Rindenschicht treten an Stelle der farblosen Fetttropfen grössere und kleinere, gelb bis gelbbraun gefärbte Tropfen auf, die im Allgemeinen um so kleiner und reicher an Farbstoff sind, je näher dem Marke die Zellenstränge kommen. Sehr dicht liegen die kleinen pigmentirten Körner in den für das freie Auge am tiefsten braun bis schwarz erscheinenden inneren Theilen der Rinde. Das gelbe bis gelbbraune Pigment der inneren Rindenschichten ist an in Alkohol und Aether liegenden Schnitten wenig löslich, obwohl es wenigstens in den grösseren Tropfen an Fett gebunden ist. Dagegen werden durch verdünnte Natronlauge nach einiger Zeit die Schnitte farblos. Da und dort finden sich in der menschlichen Nebennierenrinde Gruppen von mehreren μ grossen, gelbbraunen, eckigen Pigmentschollen, welche auch gegen Natronlauge widerstandsfähig sind. Es scheint, dass ausser in Form von Körnern, das Pigment auch diffus in den Zellkörpern vorhanden ist. Die pigmentirte Rindenzone ist bei Menschen, welche das 20. Lebensjahr überschritten haben, in der Regel vorhanden (*Maass*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 34. Bd. S. 465), fehlt dagegen gewöhnlich bei jüngeren Individuen und bei Kindern. Hier erscheinen die Zellen der inneren Rindenzone feinkörnig, fett- und pigmentfrei, sonst in Grösse und Form den Zellen der mittleren Rindenschicht ähnlich.



Fig. 1126.

Die **Marksubstanz** enthält neben stärkeren Arterienästen mit elastischer Intima und muskulöser Media, viele grosse und kleine Venen, einzelne glatte Muskelzüge längs der Venen und zahlreiche Nervenbündel mit Ganglienzellen, welche Theile alle in ein Bindegewebe eingelagert sind, das viele elastische Fasern führt, während das benachbarte Rindengewebe derselben entbehrt, wie Orceinpräparate und die Untersuchung mit Natronlauge lehren. Die Hauptmasse der Marksubstanz besteht aber — ähnlich wie die innere Rindenschicht — aus netzartig verbundenen Zellensträngen, theilweise auch aus Nestern von Zellen. Dieselben sind leichter veränderlich, als die Rindenzellen, bis 18 und 36 μ gross und mit rundlichen Kernen von 6—8 μ versehen. Da und dort sind Markzellen von

Fig. 1126. Detailbild des in Fig. 1124 dargestellten Präparates. Grenze von Rinde und Mark der Nebenniere. Vergr. 325. *e* Elastische Fasernetze des Markes (dunkel); *m* Markzellen zum Theile geschrumpft; *r* Rindenstränge der *Zona reticularis*.

cylindrischer Form wie ein Epithel rings um Venen gelagert mit von der Gefässlichtung abgewendeten Kernen (Fig. 1127). Das Protoplasma der Markzellen ist feinkörnig und — wie *Henle* entdeckte — dadurch von jenem der Rindenzellen auffällig verschieden, dass es sich sammt den Kernen mit wässerigen Lösungen von Chromsäure und chromsauren Salzen nach einiger Zeit stark gelbbraun bis braun färbt; eine Reaktion, die nur an ganz frischen Nebennieren deutlich hervortritt. Die Markzellen schrumpfen leicht in den Härtungsflüssigkeiten und nehmen dann zackige und sternartige Formen an. Sie liegen meistens gruppenweise in den Maschen eines zum grössten Theile aus feinen elastischen Fasernetzen bestehenden Gerüstes, das nach Entfernung der Zellen wie von Körnchen bestaubt erscheint. Es rührt dies — wenigstens theilweise — von Körnchen elastischer Substanz her, welche den elastischen Fäserchen aufsitzen. Da und dort finden sich zwischen den Markzellen auch versprengte Gruppen oder Stränge von Rindenzellen. Nicht gar zu selten findet man Markzellen mit auffallend bis 12 μ grossen Kernen, welche dann den Kernen der in Gruppen oder einzeln im Marke verstreuten Ganglienzellen ähnlich sehen; jedoch an fixirten und gefärbten Präparaten nicht wie die letzteren die charakteristischen, 3—4 μ grossen Kernkörperchen zeigen.



Fig. 1127.

Das Bestreben, die räthselhafte Natur der Nebennieren aufzuklären, hat in neuerer Zeit zahlreiche physiologische Untersuchungen veranlasst, welche analog, wie die Studien an der Schilddrüse, theils die Folgen der Exstirpation bei Thieren betreffen, theils mit der Wirkung der Extrakte des Organes und der chemischen Zusammensetzung desselben sich befassen. In ersterer Beziehung ergab sich, dass die Nebenniere, wie die Schilddrüse, ein lebenswichtiges Organ ist, indem die Exstirpation beider Drüsen bei Thieren nach einiger Zeit den Tod unter den Erscheinungen einer Vergiftung zur Folge hat. Intravenöse Injektion von Nebennierenextrakt bewirkt vorübergehend enorme Steigerung des Blutdruckes und grosse Dosen sind nach *Vincent* tödtlich. Das Suchen nach eigenthümlichen Stoffen hat zur Auffindung einer mit Eisenchlorid sich grünenden Substanz geführt, welche *Krukenberg* und *Brunner* für Brenzkatechin hielten, die aber nach *v. Fürth*'s Untersuchungen von diesem wesentlich verschieden ist. In der Rinde glaubt *Lubarsch* Glykogen und Lecithin annehmen zu sollen. Alle diese Thatsachen sowie die Erfahrungen über Pigmentablagerungen in Folge von Nebennierenerkrankungen, begründen die Vorstellung, dass die Nebenniere für die normale Zusammensetzung des Blutes, wie die Schilddrüse ein wesentliches Organ ist und toxische Stoffwechselprodukte unschädlich macht. Die anatomisch-histologische Forschung war und ist bemüht, den Ort und die Wege zu suchen, auf welchen die Nebenniere Stoffe in den Kreislauf abgiebt. *Gottschau* und *M. Pfaundler* haben im Venenblute der Nebenniere Körnchen, welche wohl aus der Nebenniere stammen, nachgewiesen; *Carlier* glaubt beim Igel die Sekretion von Körnchen in die Venen aus den Markzellen gesehen zu haben und *Manasse* findet in den Venen des Markes in Chromsalzen

Fig. 1127. Schnitt durch die Marksubstanz der Nebenniere vom Hingerichteten. *Zenker*'s Flüss., Eisenlackhämatox., Eosin. Vergr. 325. *M* Markzellen epithelartig angeordnet; *c* Blutkapillaren; *l* Lücken durch Schrumpfung der Zellen entstanden; *r* Reticulumbälkchen von der Venenwand zwischen die Zellen eindringend; *v* Vene, *e* Endothelkerne derselben.

braun sich färbende. hyaline und zellige Massen, von welchen er vermuthet, dass sie normaler Weise während des Lebens in den Blutstrom gelangen, während *Stilling* nicht die Blutgefässe, sondern die Lymphgefässe und Lymphbahnen für die Abfuhr von Stoffen aus den Zellen der Nebenniere in Anspruch nimmt. Diese Vorstellungen und Befunde zeigen grosse Analogien mit den über die Sekretion der Schilddrüse jetzt herrschenden Lehren. Allein die sicheren histologischen Thatsachen sind noch spärlicher, als bei der Schilddrüse. Für letztere sind wenigstens sekretorische Vorgänge bei der Bildung des Colloides der Schilddrüsenblasen erwiesen, während sichere histologische Beweise für eine sekretorische Thätigkeit der, allerdings Epithelzellen ähnlichen Zellen der Nebenniere, nicht vorliegen. Dies gilt vor allem von der Rindensubstanz. Der histologische Bau der Nebennierenrinde scheint sich auch mit der Vorstellung ganz gut zu vertragen, dass die Zellen bestimmte Stoffe aus dem Blute aufnehmen und sie durch ihren Stoffwechsel verändern, ohne dass damit ein eigentlich sekretorischer Vorgang verknüpft ist, so wenig als die chemischen Umsetzungen im Fettgewebe, in der Milz, der Thymus und den Lymphknoten oder auch im Muskel- und Nervengewebe u. s. w. mit Sekretionsprozessen direkt vergleichbar sind. Die in der Rindensubstanz so auffällige Anhäufung von Fett in den Zellen, die als etwas völlig Normales betrachtet werden muss, unterstützt eine solche Vorstellung und der Bau der Zellen des Rindengewebes zeigt nichts von den Eigenthümlichkeiten typischer Drüsenzellen, so ähnlich sie im Allgemeinen Epithelzellen sind. So wenig nun die Nebennierenrinde mit den eigentlichen Drüsen gemein hat, mit welchen die Schilddrüse immerhin gewisse Uebereinstimmungen zeigt, so ist deshalb eine specifische Thätigkeit ihrer Zellen, welche auf Grund der physiologisch festgestellten Thatsachen in der Entfernung und Unschädlichmachung gewisser toxischer Substanzen des Blutes vermuthet werden muss, doch anzunehmen. Das Einzige, was für eine direkt sekretorische Thätigkeit der Nebennierenrinde zu sprechen scheint, ist das gelegentliche Auftreten von Lichtungen in den Zellensträngen, das zwar nur ausnahmsweise bei Säugethieren, aber öfter bei Vögeln, insbesondere bei der Taube, wie *H. Rabl* bemerkte, vorkommt. Hier findet sich in den, den Rindensträngen der Säuger entsprechenden Zellenzügen mitunter eine deutliche, nicht von einem Blutgefässe eingenommene Lichtung, wie in einer echten Drüse. Die Zellen zeigen um die Lichtung einen hellen Protoplasmakörper, in dessen Mitte ein einzelnes grosses Pigmentkorn zu sehen ist; die Kerne liegen an der, der Lichtung abgewandten Seite der Zelle. Da jedoch solche Befunde Ausnahmen sind, kann man ihnen eine entscheidende Bedeutung für die Struktur des Organes kaum zuerkennen. Nicht minder zweifelhaft scheint eine direkt sekretorische Thätigkeit der Zellen der Marksubstanz, nach Art von echten Drüsenzellen. Doch haben hier *Alexander* und *Carlier* eine Ausscheidung von Körnchen in die Venen aus den epithelartig angeordneten Zellen zu sehen geglaubt und auch das Verhalten der Nerven lässt sich, wenigstens in gewissem Sinne, für die Drüsennatur der Markzellen geltend machen.

Die vergleichend-anatomischen Untersuchungen haben ergeben, dass nebennierenartige Organe, die Cyclostomen und Dipnoer vielleicht ausgenommen, bei allen Thieren vorkommen. Doch zeigen die Selachier, wie *Leydig* zuerst erkannte und *Balfour* entwicklungsgeschichtlich untersuchte, höchst merkwürdige Verhältnisse. Bei diesen Thieren finden sich, segmental angeordnet, in nächster Beziehung zu den Ganglien des Sympathicus, Organe, welche der Marksubstanz der Nebenniere entsprechen und als Suprarenalkörper bezeichnet werden. Ausserdem kommen noch, von diesen völlig getrennte, der medialen Seite der Niere anliegende Organe vor, welche als Interrenalkörper bezeichnet werden und welche im Baue der Rindensubstanz der Nebenniere ähnlich sind. Dieser auffallende Befund forderte zu genauen Untersuchungen der Entwicklung der Nebennieren auf, die nach vielfachen Bemühungen verschiedener Forscher in der That für alle Amnioten ergaben, dass die Nebennieren aus einer doppelten Anlage hervorgehen; nämlich die Rindensubstanz aus dem Coelom- oder Pleuroperitonealepithel in der Nähe der Vornierenanlage; die Marksubstanz aus Zellenmassen, die sich von den Anlagen sympathischer Ganglien abspalten, welche sekundär mit den Strängen der Rindensubstanz ein gemeinsames Organ bilden. Nur bei den Säugethieren treten die beiderlei Anlagen in solche topographische Beziehungen, dass die eine als Mark von der anderen als Rinde umschlossen wird; Vögel, Reptilien und Frösche zeigen dagegen eine ziemlich regellose Durchwachsung der beiderlei Antheile und Zellen vom Charakter

der Marksubstanz kommen sowohl an der Oberfläche, als in allen Tiefen zwischen den vorherrschenden Zellensträngen vom Charakter der Rindenzellen vor. Die nahen entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen der Marksubstanz zum sympathischen Nervensysteme und der schon von *Bergmann* (1839) betonte enorme Reichthum der Nebenniere an Nerven, die, wie *Koelliker* hervorhob, grösstentheils in das Mark eindringen, legte die Vermuthung nahe, dass die Markzelle der Nebenniere dem Nervensystem zuzurechnen seien, wie *Leydig* und *Luschka* annahmen. Es sind aber die eigentlichen Markzellen sicherlich keine Ganglienzellen, da ihnen Nervenfortsätze fehlen. Doch hat die Vorstellung, dass die Markzellen Bestandtheile des Nervengewebes darstellen, in anderer Form wieder in jüngster Zeit Vertreter gefunden. *S. Mayer* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 66. Bd., S. 117) hatte in den Sympathicusganglien der Batrachier Nester von Zellen aufgefunden, welche mit den Markzellen der Nebennieren Aehnlichkeit haben und mit denselben insbesondere die Eigenschaft gemein haben, sich in Chromsäure stark zu bräunen. Anknüpfend an diese und die alten Beobachtungen *Leydig*'s behaupten nun *A. Kohn* und *W. Kose* (Sitzber. d. deutsch. naturw.-med. Ver. Lotos in Prag, 1898, Nr. 6), dass Zellen vom Charakter der Markzellen der Nebenniere, welche sie wegen ihrer Bräunung in Chromsäure „chromaffine Sympathicuszellen" nennen, ein allgemein verbreiteter Bestandtheil des sympathischen Nervensystems seien, ja *Kohn* geht sogar so weit, die Berechtigung, von einer Marksubstanz der Nebenniere zu sprechen, direkt zu bestreiten und dieselbe einfach als einen Theil des sympathischen Nervensystemes zu erklären. Schon früher hatte *H. Stilling* (vergl. Anat. Anz. XV. Bd., S. 230 u. 538) „chromophile Zellen" vom Charakter der Markzellen der Nebennieren im Bauchsympathicus bei Thieren und in der Carotidendrüse nachgewiesen. Es bleibt abzuwarten, ob spätere Untersuchungen diese Angaben bestätigen werden; nach eigenen, allerdings nur flüchtigen Beobachtungen kann ich vorläufig an das regelmässige Vorkommen von „chromophilen" oder „chromaffinen Zellen" in den Ganglien des Sympathicus bei Säugern nicht glauben und halte vor allem nicht für erwiesen, dass die in Chromsalzen sich gelb färbenden Zellen des Sympathicus mit den Markzellen der Nebenniere identisch sind, da diese Farbenreaktion für sich allein nicht beweisend ist. Es darf auch nicht übersehen werden, dass, abgesehen von der Färbung der Markzellen in Chromsäure, auch die Anordnung derselben, sowie jene der Blutgefässe, des an elastischen Fasern reichen Bindegewebes und das Verhalten der Nerven in der Marksubstanz der Nebenniere, wofür auf das Folgende verwiesen wird, manches Besondere zeigen, was es bedenklich erscheinen lassen muss, Nester chromaffiner Zellen in Sympathicusganglien ohne weiteres den Markzellen der Nebennieren gleich zu setzen. Die Thatsache, dass die Markzellen sich aus Theilen der Sympathicusanlage hervorbilden, darf ebenfalls nicht überschätzt werden. Niemanden wird es einfallen, die Epidermis-, Haar-, Talgdrüsen- und Schweissdrüsenzellen deshalb für morphologisch und funktionell identisch zu erklären, weil sie sämmtlich, relativ spät, aus derselben Anlage sich hervorbilden.

Das Verständniss des Baues der Nebenniere wird noch wesentlich durch den Umstand erschwert, dass auch nach Vollendung des embryonolen Wachsthums, wie die nicht abgeschlossenen Untersuchungen *Stilling*'s (in Arch. f. mikrosk. Anatomie, 52. Bd.) wenigstens bei Fröschen ergaben, periodisch im Zusammenhange mit den Geschlechtsfunktionen Zellneubildungen stattfinden. *Canalis* fand bei Säugethieren Mitosen vorzüglich in den Zellen der oberflächlichsten Rindenschichten. In der Nebenniere eines Hingerichteten fand ich, wenn auch sehr selten, Mitosen in Zellen der Marksubstanz.

Was nun den Bau der Nebennieren der Säugethiere betrifft, so ergaben die Untersuchungen *Koelliker*'s (5. Aufl.), welche im Wesentlichen Bestätigung fanden, dass derselbe überall in der Hauptsache sich gleich bleibt. Die Rinde zeigt im Allgemeinen radiär gestellte Fächer aus bald mehr faseriger, bald mehr gleichartiger Bindesubstanz, die immer eine gewisse Zahl Bindegewebskörperchen enthält, ferner in diesen Fächern reihenweise gestellte Zellen ohne bestimmt ausgesprochenen Typus, im Allgemeinen jedoch Epithelzellen oder Drüsenzellen ähnlich (Rindencylinder, *Koelliker*, Zellenstränge der Rinde), endlich eine sehr grosse Zahl von Kapillaren in der Wand der Fächer. Wechselnd ist die Grösse und Gestalt der Zellenstränge und Zellen selbst, sowie *deren Inhalt*. Die Zellen anlangend, so unterscheiden sich dieselben einmal nach ihrem

Gehalte an Fett und giebt es Thiere, wie die Carnivoren und Nager, bei denen dieselben so reich an Fett sind, dass die ganze Rinde eine gelbweisse Farbe annimmt. Auch das Pferd hat in den äusseren Theilen der Rinde viel Fett, wogegen beim Schweine und den Wiederkäuern die Rinde grau und die Zellen fettarm und blass erscheinen. In der Mitte steht der Mensch, bei dem in der Jugend das Fett in der Rinde spärlicher ist, nach und nach aber so zunimmt, dass schliesslich die ganze Rinde, mit Ausnahme der innersten Zone, gelbweiss wird. Die von *J. Arnold* an der Oberfläche der Rinde unterschiedene *Zona glomerulosa* lässt sich wie neuerlich *Pfaundler* hervorhob, nicht aufrecht erhalten, da insbesondere bei Thieren knäuelartige Bildungen sicher fehlen.

Mit Bezug auf die Form der Rindenzellen unterscheidet *Koelliker* zwei Varietäten. Bei den meisten Geschöpfen sind dieselben alle rundlich oder rundlicheckig, wie beim Menschen; beim Pferde dagegen und nach späteren Untersuchungen *v. Brunn's*, *Stilling's*, *Pfaundler's* u. A. auch beim Hunde, Rinde und bei der Ziege erscheinen sie nur in den inneren Lagen der Rinde so, wogegen sie im äussersten Drittheile alle lang und schmal sind. — Auch die Anordnung der Zellen ist nicht überall dieselbe, und giebt es Geschöpfe, wie das Schwein, bei denen die Rindencylinder, mit Ausnahme der alleräussersten, alle sehr schmal sind, und andere, bei denen dieselben in den äusseren Theilen in der Rinde starke, scheinbar cylindrische Massen bilden, wie beim Menschen und beim Pferde. Die schönsten Zellenstränge der Rinde besitzt das letztgenannte Thier, und finden sich hier folgende Verhältnisse: Auf senkrechten Schnitten (Fig. 1128) erkennt man zierliche, strangförmige Bildungen, welche in den äusseren Theilen der Rinde (*c*) aus langgestreckten (von 40—60 μ), schmalen, quer gelagerten Zellen bestehen, die aufs täuschendste gewissen Cylinderepithelialzellen gleichen, weiter nach innen (*e*) kürzere, mehr rundliche und rundlich-eckige Zellen zeigen. Von diesen Cylindern hängen in der Regel je zwei an der Oberfläche bogenförmig zusammen und zwischen denselben liegt eine an Blutgefässen reiche faserige Bindesubstanz mit Bindegewebskörperchen, die zum Theil in der Gestalt von Scheidewänden zwischen den Rindensträngen erscheint und von der äusseren Hülle aus zwischen dieselben sich erstreckt (*b*), zum Theil mitten zwischen je zwei verschmolzenen Rindencylindern ihre Lage hat (*d*). Genauere Aufschlüsse über diese eigenthümlichen Bildungen gewähren erst Flächenschnitte der Rinde (Fig. 1129), welche zeigen, dass die vermeintlichen Rindencylinder selten wirklich solche sind, sondern meist **bandartige, oft der Fläche nach gebogene Stränge** darstellen, ja selbst als geschlossene Ringe erscheinen, so dass sie schlauchförmigen Drüsen gleichen. Es gehören somit häufig zwei scheinbar selbständige Cylinder des Längsschnittes zusammen, und sind die bogenförmigen Anastomosen derselben, die auch *Henle* erwähnt und als solche deutet (Splanchnol. S. 565., Fig. 430, 432), nicht wirklich solche, sondern nur die Enden eines und desselben bandartigen Rindenstranges, der hier

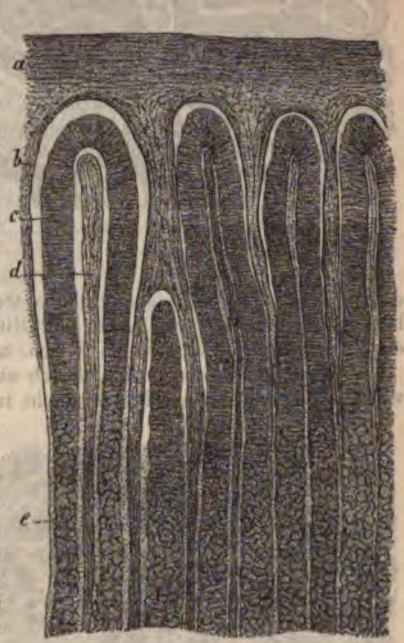


Fig. 1128.

Fig. 1128. Senkrechter Schnitt durch den äusseren Theil der Nebenniere des Pferdes. Vergr. 100. *a* Hülle des Organes; *b* von derselben ausgehende Scheidewände; *c* Aeusserer Theil der Rindencylinder, aus querliegenden, cylindrischen Zellen gebildet und nach aussen **scheinbar** bogenförmig ineinander übergehend; *d* Bindesubstanz in den Aushöhlungen der Rindencylinder; *e* Innere Theile der Rindencylinder aus kürzeren, mehr rundlichen Zellen bestehend.

kanalartig geschlossen zu denken ist, während er weiter einwärts in einen erst fast geschlossenen und dann nach und nach sich öffnenden Halbkanal sich umwandelt. — Weiter nach innen, wo die Rindenstränge kleinere Zellen erhalten, beginnen dieselben alle, auch die, welche vorher nicht schon rinnenförmig ausgehöhlt waren, verschiedentlich in der Fläche sich zu krümmen, und ergeben Flächenschnitte dieser Gegend mannigfach gewundene und in einandergreifende Zellenstränge (die Querschnitte der Rindenstränge), während auf senkrechten Schnitten scheinbar schmale parallele Cylinder zum Vorschein kommen. Hier beginnen dann auch, wie es scheint, die einzelnen Rindenstränge untereinander zusammenzuhängen und schliesslich ein Netz zu bilden, dessen Lücken von den Blutgefässen eingenommen sind.



Fig. 1129.

An den Rindensträngen des Pferdes war es *Koelliker* unmöglich, eine besondere Hülle zu finden, und die scharfe Linie, welche man an den sie enthaltenden Fächern häufig beobachtet, kann nur als Grenzschicht der bindegewebigen *Septa* angesehen werden. Die Breite der Rindencylinder des Pferdes beträgt in den äusseren Lagen der Rinde 40—100—500 μ, die Dicke ist überall gleich der Länge ihrer cylindrischen Zellen, nämlich 40—60 μ.

Beim Menschen finden sich ebenfalls bandartige und röhrenförmige Gestalten, wenn auch nicht so häufig und nicht in so ausgezeichneten Formen, wie beim Pferde. Manchmal enthält ein röhrenförmiger Rindenstrang im Innern fast keine Bindesubstanz und so zu sagen nichts als ein Kapillargefäss, und sieht dann im Querschnitte noch täuschender als beim Pferde einem Drüsenschlauche ähnlich (Fig. 1130); andere Male bildet ein solcher eine stark gekrümmte, im Querschnitte kreisrunde Platte mit enger Höhlung, ja es finden sich selbst Formen, wie die grösseren gekrümmten Bänder der Fig. 1129, doch sind diese im Ganzen selten und wiegen im Allgemeinen die mehr cylindrischen und einfach bandförmigen Stränge vor (Fig. 1130). In den inneren Lagen der Rinde fand *Koelliker* wie *Henle*, dass die Rindenstränge untereinander sich zu verbinden beginnen und nach und nach ein von Blutgefässen reichlich durchzogenes Schwammgewebe bilden, das in der braunen Zone der Rinde am ausgesprochensten ist. Im Querschnitte messen die Rindenstränge des Menschen, wenn



Fig. 1130.

Fig. 1129. Flächenschnitt der äussersten Theile der Rinde der Nebennieren des Pferdes. Vergr. 100. *a* Septa zwischen den Rindensträngen; *b* Bandartige, z. Th. stark gebogene, z. Th. selbst kreisförmig geschlossene Rindenstränge; *c* Bindesubstanz in der Aushöhlung der gebogenen Rindenstränge; *d* Bindesubstanz in der Achse eines kanalartig geschlossenen Rindenstranges.

Fig. 1130. Flächenschnitt der äussersten Rindenlage der Nebenniere des Menschen. Vergr. 133. *a* Rindenstränge; *b* Zwischensubstanz; *c* Rindenstränge von Röhrenform, im Innern ein Blutgefäss enthaltend.

sie rund sind, 20—68 μ, die bandförmigen betragen in ihrem grössten Durchmesser bis 100, ja selbst 200 μ und darüber. In senkrechten Schnitten erscheinen dieselben meist 20—68 μ breit.

Die Marksubstanz zeigt im Allgemeinen weniger Verschiedenheiten als die Rinde und besteht überall aus blassen, feinkörnigen Zellen mit schönen Kernen, die *Koelliker* niemals für Nervenzellen erklärte, wie *Henle* ihm zuschrieb (Splanchn. S. 569), sondern nur solchen ähnlich genannt hatte. In der Erkenntniss der Lagerungsweise dieser Zellen hat die spätere Zeit insofern einen Fortschritt aufzuweisen, als *Moers* zuerst neben den von *Koelliker* beschriebenen rundlichen Zellenhaufen das Vorkommen von länglichen Zellensträngen hervorhob, die nun allgemein anerkannt sind. Doch meinte *Koelliker* wie *Moers*, dass beim Menschen die Maschen des Bindesubstanzgerüstes des Markes doch mehr rundlich sind und somit auch die von ihnen umschlossenen Zellen mehr kugelige Haufen darstellen. Es dürften hier individuelle Verschiedenheiten vorkommen und es scheint bald die strangförmige Anordnung, bald die Gruppirung in Zellhaufen mehr vorzuherrschen. Dagegen ist die Anordnung der Markzellen bei Thieren allerdings häufig strangförmig und verschiedentlich gebogen und gewunden. So stellen die Markstränge beim Pferde (Fig. 1131), deren Dicke 40—50 μ beträgt, einmal schöne Ringe um die grössten Venenquerschnitte dar, und zeigen sich auch an der Oberfläche der Marksubstanz in der Regel als längere im Allgemeinen der Oberfläche parallele Stränge, doch kommen auch hier rundliche Maschen vor. Alle diese Zellenstränge des Markes scheinen untereinander zusammenzuhängen, doch ist die Einsicht in dieses Verhalten nicht überall leicht zu gewinnen, und eignen sich zur Erkenntniss dieses Netzwerkes am besten Thiere, bei denen, wie beim Schweine, der peripherische Theil der Marksubstanz durch zahlreiche grössere Venen einen mehr kavernösen Bau annimmt (siehe auch *Henle* Fig. 436). Von einer diese Zellenstränge umhüllenden Membran, die *Henle* beschreibt, konnte *Koelliker*, wie die meisten späteren Untersucher, nichts finden. Die Zellen der Markstränge sind durchaus nicht überall platt, wie sie *Henle* vom Schweine abbildet, vielmehr finde ich dieselben, wie *Koelliker*, häufiger von einer rundlichen oder, wie beim Pferde, der cylindrischen sich nähernden Gestalt. Bei letztgenanntem Thiere gleichen manche Markstränge durch die Stellung und Form ihrer Zellen den Strängen der oberflächlichen Rindenlage und *Pfaundler* schreibt den Markzellen aller untersuchten Thiere eine mehr cylindrische Form zu. Ausser den in Chromsäure sich färbenden Markzellen kommen da und dort, wie *Dostoiewsky* und *Pfaundler* beim Pferde fanden, helle, blasige, an Becherzellen erinnernde Gebilde vor, die sich in Chromsäure nicht färben.

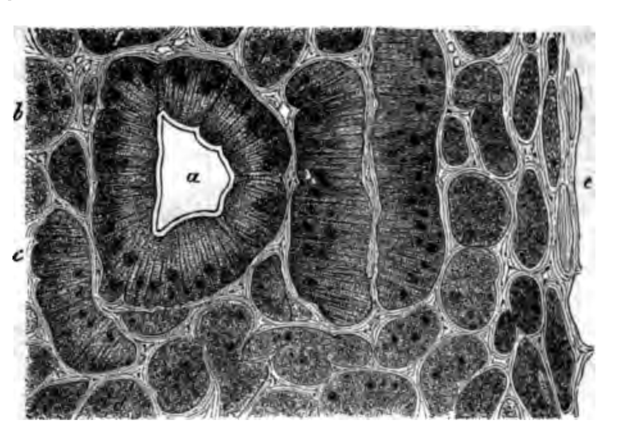


Fig. 1131.

§ 287.

Gefässe und Nerven. Die Blutgefässe der Nebennieren sind zahlreich, liegen in dem bindegewebigen Stroma und bilden zweierlei Kapillarnetze, eines

Fig. 1131. Theil eines senkrechten Schnittes der Marksubstanz der Nebenniere des Pferdes. Vergr. 250. *a* Vene; *b* Ringförmiger Zellenstrang um dieselbe; *c* Markstränge von langgestreckter Form; *d* Rundliche Markstränge und Querschnitte langer Stränge; *e* Grenzschicht gegen die Rinde.

in der Rinde mit länglichen Maschen, eines im Marke mit mehr rundlichen Zwischenräumen. Die Arterien entspringen als viele (bis zu 20) kleine Stämmchen aus den benachbarten grösseren Arterien (*Phrenica*, *Coeliaca*, *Aorta*, *Renalis*) und dringen theils unmittelbar ins Mark, theils verästeln sie sich in der Rinde. Die letzteren, zahlreicheren, überziehen mehrfach verästelt die äussere Oberfläche des Organes und bilden schon in der Hülle desselben ein weiteres Kapillarnetz. Aus diesem Kapillarnetze senken sich überall reichliche Fortsetzungen in die Rindensubstanz ein, welche die Rindenstränge umspinnen und in der *Zona fascicularis*, in radiärem Verlaufe durch die spärliche Bindesubstanz, den Zellensträngen dicht auf allen Seiten anliegend, nach einwärts ziehen, um in der *Zona reticularis* in etwas weitere Kapillaren überzugehen, die überall die Lücken zwischen den, hier netzartig angeordneten, Zellensträngen ausfüllen. Nirgends sieht man in der Rindensubstanz eigentliche Arterien mit charakteristischer Intima und Muskeln führender Media. Alle Gefässwände haben den Bau von Kapillaren. Wahre Arterien und Venen sieht man in Begleitung von stärkeren Nervenbündeln nur in den stärkeren, gleichsam Fortsätze der Kapsel darstellenden Bindegewebssepten und Strängen, welche die Rinde durchsetzen und direkt in die Marksubstanz ziehen. Die Kapillaren der *Zona reticularis* setzen sich direkt in die Venen der Marksubstanz fort. Unmittelbar unter der Hülle finden sich in den oberflächlichsten Schichten der Rinde da und dort weitere Venen, die mit den Venen der Hülle zusammenhängen.



Fig. 1132.

Im Gegensatze zur Rinde enthält das **Mark** wahre Arterien, welche theils durch die bereits erwähnten Scheidewände der Rinde, theils — wo das Mark die Oberfläche erreicht — direkt in dasselbe gelangen. Die Arterien verästeln sich daselbst in Kapillaren und gehen in einen ungemein reichen Venenplexus über, der auch die Kapillaren und Venen der *Zona reticularis* der Rinde aufnimmt und dem Marke ein schwammartiges Gefüge verleiht. Diese Venengeflechte finden ihren Hauptabfluss durch die *V. suprarenalis*, die an der

Fig. 1132. Querschnitt durch eine strangartige Fortsetzung der Kapsel, die zum Marke der Nebenniere zieht, vom Hingerichteten. *Zenker*'s Flüss., Hämatox., Eosin. Vergr. 55. *B* Bindegewebe; *a* Arterien; *g* Ganglienzellen; *m* Glatte Muskelbündel; *n* Nervenbündel; *r* Rindenstränge; *v* Venen.

vorderen Fläche aus dem sogenannten Hilus hervortritt und rechts in die Hohlvene, links in die Nierenvene sich einsenkt. Ausserdem kommen aus der Rinde noch eine ziemliche Zahl kleinerer Venen hervor, die zum Theil paarig die Arterien begleiten und in die Nieren- und Zwerchfellvenen und in die untere Hohlvene einmünden. Die Venengeflechte des Markes besitzen, abgesehen von ihrer Endothelauskleidung, eine Wandung mit reichlichen elastischen Fäserchen, welchen sich an den stärkeren Aesten da und dort auch, meist längsziehende, glatte Muskelbündel beimischen. Das für die Marksubstanz charakteristische, an elastischen Fasern reiche Bindegewebe gehört hauptsächlich den Venenwandungen an.

Die Lymphgefässe der Nebenniere hat *H. Stilling* genauer verfolgt. Ausser einem reichlichen Netze von oberflächlichen Lymphgefässen, welches schon

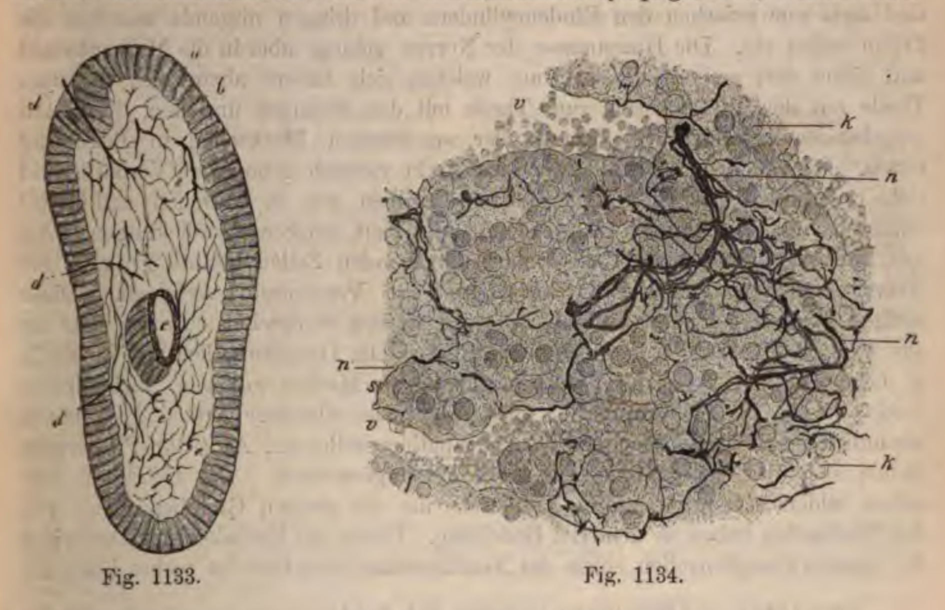


Fig. 1133. Fig. 1134.

Sappey darstellte, konnte *Stilling* zahlreiche Lymphbahnen in den oberflächlichen Schichten der Rinde; dagegen nur spärliche in den inneren Theilen derselben nachweisen. Reichliche Lymphgefässnetze fand er dagegen in der Marksubstanz, namentlich um die grösseren Venen. Die stärkeren Lymphgefässstämmchen ziehen längs der Arterien. Die Nerven der Nebennieren sind, wie *Bergmann* richtig angegeben hat, ungemein zahlreich und stammen aus dem *Ganglion semilunare* und dem *Plexus renalis*, nach *Bergmann* einem kleinen Theile nach auch aus dem *Vagus* und *Phrenicus*. *Koelliker* zählte beim Menschen an der rechten Nebenniere 33 Stämmchen, 8 von $^1/_5$—$^1/_{10}$''',

Fig. 1133. Querschnitt der Nebenniere des Kalbes, etwa 15mal vergr., mit Natron behandelt. *a* Rinde; *b* Mark; *c* Centralvene von etwas Rindensubstanz umgeben; *d* Drei eintretende Nervenstämme; *e* Nerven und ihre Ausbreitung im Innern.

Fig. 1134. Schnitt durch das Mark der Nebenniere der Maus. *Golgi*-Präparat von *Koelliker*. Vergr. 325. *k* Kerne der Markzellen; *n* Gröbere Nervenbündel; *n'* Terminale Nervenfäserchen; *v* Venenräume mit Blutkörperchen.

5 von $^1/_{14}$—$^1/_{20}$''', 7 von $^1/_{25}$—$^1/_{33}$''' und 13 von $^1/_{45}$—$^1/_{50}$''', und fand dieselben mit einzelnen grösseren und kleineren Ganglien besetzt, die wie *Virchow* fand, selbst noch im Innern des Organes vorkommen können. Die Nerven treten besonders an die untere Hälfte und den inneren Rand des Organes heran.

Die Endigung der Nerven wurde erst in neuerer Zeit bei Thieren von *Fusari*, *Koelliker* und besonders eingehend von *A. Dogiel* verfolgt. Die Hauptmasse der Nervenfasern ist marklos, doch finden sich auch einige markhaltige darunter. Sie dringen zum Theil in die Rinde ein und bilden schon in der Kapsel ein recht dichtes Netz, von welchem zahlreiche Bündelchen in die Rinde gelangen, die dort überall zwischen den Rindencylindern zum Theil die Blutgefässe umspinnend, sich verflechten. Die terminalen feinsten Fäserchen sind stets nur zwischen den Rindencylindern und dringen nirgends zwischen die Zellen selbst ein. Die Hauptmasse der Nerven gelangt aber in die Marksubstanz und bildet dort grobe Geflechte, aus welchen sich feinere abzweigen, die zum Theile mit den Blutgefässen, zum Theile mit den Strängen und den, die Venen umgebenden epithelartigen Belegen der specifischen Markzellen in Beziehung treten. Die feinsten Nervenfäserchen gehen in vielfach gebogenem Verlaufe und sich verflechtend zwischen den Zellen, dieselben wie in Maschen einhüllend hindurch und zeigen nach *Dogiel* da und dort stärkere Verdickungen. An den, wie ein Cylinderepithel die Venen umgebenden Zellen konnte *Dogiel* die Nervenfädchen zwischen den Zellen bis zur Venenwand verfolgen. Diese innigen Beziehungen der terminalen Nerven zu den Markzellen erinnern sehr an das Verhalten der Nerven in echten Drüsen. Die Ganglienzellen, welche theils in Gruppen den grösseren Nervenbündeln des Markes anliegen, theils mehr vereinzelt sich finden und theils grösserer, theils kleinerer Art sind, gehören sämmtlich dem Typus der vielstrahligen Sympathicuszellen an. An *Golgi*-Präparaten färben sich nur gelegentlich die kleinen Ganglienzellen. Die Dendriten derselben bilden ein pericelluläres Endgeäste um die grossen Ganglienzellen; mit den Markzellen haben sie keinerlei Beziehung. Ueber das Verhalten der Dendriten der grossen Ganglienzellen sowie der Neuritfortsätze derselben ist nichts bekannt.

Die Gefässe der Nebennieren verhalten sich durchaus nicht bei allen Geschöpfen gleich und sei daher bemerkt, dass die Beschreibung sich vor allem auf den Menschen bezieht, bei dem im kindlichen Alter das Organ von der *Aorta* und der *Cava inferior* oder Nierenvene aus sich leicht injiciren lässt. *Koelliker* fand hier, dass die Gefässe der Rinde zwei Zonen bilden, von denen die innere schmalere ein reicheres Netz und etwas weitere Gefässe darbietet, als die äussere (hier von 4—10 μ, dort von 6—15 μ). Im Mark finden sich theils engere Netze derselben Kapillaren, wie sie auch die Rinde zeigt, theils ein reicher Plexus kleiner Venen von 15—24—36 μ, aus dem dann die Wurzeln hervorgehen, die in die Centralvene münden. Von Thieren hat *Koelliker* den Igel, die Ratte, das Meerschweinchen und die Katze untersucht und nur beim Meerschweinchen zwei Zonen der Rindengefässe gefunden, wie beim Menschen, wogegen bei den anderen Thieren die Blutgefässe durch die ganze Rinde sich gleich verhalten. Die Gefässe des Markes verhielten sich bei allen diesen Thieren wesentlich wie beim Menschen, nur war bei keinem der feinere venöse Plexus so schön. Von den Gefässen der Nebenniere des Rindes handelt ausführlich *J. Arnold*, doch bemerkt *Koelliker* mit Recht, dass weder der Mensch noch eines der genannten Thiere etwas den von *Arnold* beschriebenen Gefässknäueln der Rinde Entsprechendes zeigt, welche denselben zur Aufstellung einer *Zona glomerulosa* veranlasste. Ausserdem vergleiche man die Arbeiten von *Moers* und *Joesten*, *v. Brunn* und *Gottschau*, die ebenfalls Schilderungen der Gefässe geben.

In Betreff der **Nerven** lehrten schon die Beobachtungen von *Moers* und *Holm* dass, wie wir schon von *Ecker* und *Virchow* beiläufig erfahren hatten, im Innern des Organes echte Ganglienzellen sich finden. Nach *Holm*'s ausführlicheren Mittheilungen liegen dieselben sowohl im Verlaufe der Nervenstämmchen als auch mehr frei zwischen den Elementen des Markes. Auch in der Rinde finden sie sich bei einigen Geschöpfen. Die Grösse der Ganglienzellen ist nach *Moers* 45—80 μ in der Länge und 21—71 μ in der Breite. *Koelliker* hat diese Ganglienzellen des Markes beim Pferde untersucht und die Angaben der genannten Forscher ganz bestätigt gefunden. Beim Pferde finden sich, wie beim Menschen, wirkliche Ganglien, deren Grösse bis 0,3 mm beträgt, neben kleineren und kleinsten Anhäufungen von Zellen, und zeigt jeder grössere Flächenschnitt des Markes fünf bis zehn und mehr derselben. Die Zellen selbst sind rundlich und länglichrund, von 38—42 μ Grösse. Die neueren Untersuchungen über die Nervenendigung in der Nebenniere haben wenigstens ausser Zweifel gestellt, dass die Markzellen keine Ganglienzellen sind. Ueber ihr Verhältniss zum Sympathicus sei auf das im vorhergehenden Paragraphe Gesagte verwiesen.

Zur **Untersuchung** der Nebenniere wähle man vor Allem grössere Säugethiere und dann erst den Menschen. Die Rinde ist leicht zu erforschen, wenn ihre Elemente wenig Fett enthalten, und empfehlen sich vor Allem feine, senkrechte und horizontale Schnitte frischer oder fixirter Nebennieren. Die Marksubstanz zerfällt auch bei Thieren sehr leicht, so dass ihre Elemente nicht oder nur zum Theil in ihren regelrechten Verhältnissen sichtbar werden, doch sieht man dieselben hie und da ohne Weiteres recht hübsch, besser an Schnitten erhärteter Organe. Zur Darstellung des elastischen Gewebes eignen sich Schnitte von Alkoholpräparaten mit Aufhellung in Natronlauge und Orceinpräparate. Die **Nerven** findet man bei Thieren auf feinen Schnitten nach Natronzusatz äusserst leicht und lässt sich, wenn man gerade an den äusserlich sichtbaren Eintrittsstellen derselben einschneidet, ihr Durchtreten durch die Rinde zur Anschauung bringen. Die feinere Verästlung lässt sich am besten an *Golgi*-Präparaten verfolgen. Zur Darstellung der Nervenzellen eignen sich Längsschnitte erhärteter Organe nach entsprechender Färbung. Die **Gefässe** stellt man am besten bei kleinen Säugern und bei Kindern durch Injektionen von der Aorta und der *Cava inferior* oder Nierenvene dar.

Litteratur.

Nagel, Diss. sistens ren. succ. mammal. descript., Berol. 1838, und *Müller*'s Arch. 1836; *C. Bergmann*, Diss de glandulis suprarenal., c. tab. Gött.1839; *A. Ecker*, Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den vier Wirbelthierklassen, Braunschweig 1846, und Artikel „Blutgefässdrüsen", in *Wagner*'s Handw. d. Physiol. Bd. IV, 1849; *H. Frey*, Art. „Suprarenal capsules", in *Todd*'s Cyclop. of Anat., Oct. 1849; *Leydig*, in Beitr. z. Anat. d. Rochen etc. 1852, und in Anat. Unt. v. Fischen u. Rept. 1853; *B. Werner*, De capsulis suprarenal., Dorp. 1857, Diss.; *Vulpian*, in Gaz. méd. 1856, p. 656, 1857, p. 84, und Gaz. hebd. 1857, p. 665; *R. Virchow*, Zur Chemie der Nebennieren, im Archiv XII, 1857, S. 481; *G. Harley*, The histology of the suprarenal capsules, in Lancet 5. u. 12. June 1858; *A. Moers*, in *Virchow*'s Arch. Bd. XXIX, S. 336; *G. Joesten*, in Arch. f. phys. Heilk. 1864, S. 97; *J. Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIV, S. 143, und Syst. Anat. Bd. II, Heft 3; *F. Holm*, in Wiener Sitzber. Bd. LIII, April 1866; *J. Arnold*, in *Virchow*'s Arch. 1866, S. 64; *C. J. Eberth*, Die Nebennieren in *Stricker*'s Handb. d. Lehre v. d. Gew. 1871; *A. v. Brunn*, Ein Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues und der Entwicklungsgesch. d. Nebennieren, in Arch. f. mikr. Anat. 8. Bd., S. 618; *Derselbe*, Ueber das Vorkommen von organischen Muskelfasern in d. Nebennieren, in Göttinger Nachr. 1873, S. 421; *M. Braun*, Ueber Bau u. Entw. d. Nebenn. bei Reptilien, in Zool. Anz. II, 1879, S. 238, und in Arb. aus dem zool. Inst. in Würzburg, V. Bd., S. 1; *K. Mitsukuri*, On the develop. of the suprarenal bodies in Mammalia, in The quart. Journ. of micr. sc. Vol. 22, 1882, p. 17; *Gottschau*, Ueber die Nebennieren der Säugethiere, spec. über die des Menschen, in Sitzber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg 1882, S. 56; *H. Räuber*, Zur feineren Struktur d. Nebennieren, Berlin 1881, Diss. v. *Rostock*; *M. Gottschau*, Struktur und emb. Entw. d. Nebennieren bei Säugethieren, in Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1883.

S. 412; *J. Janosik*, Bemerk. üb. d. Entw. d. Nebenniere, in Arch. f. mikr. Anat. 22. Bd., S. 738; *W. Weldon*, On the suprarenal bodies of vertebrata, in Quart. journ. of micr. sc. 1885, S. 137; *A. Dostoiewsky*, Ein Beitr. z. mikr. Anat. d. Nebennieren bei den Säugethieren, in Arch. f. mikr. Anat 27. Bd, S 272; *H. Stilling*, Zur Anatomie der Nebennieren, in *Virchow*'s Arch. 109. Bd., S. 324; *Derselbe*, Note sur l'hypertrophie compensatrice d. cap. surren, in Revue de méd. 1888, S. 459 und in *Virchow*'s Arch. 118. Bd., S. 569; *P. Canalis*, Contrib. à l'etude du dévellop. et de la pathol. d. capsules surrenales, in Intern Monatschr. f. Anat. u. Phys. 4. Bd., S. 312; *J. Guarnieri* et *J. Magini*, Etude sur la fine struct. d. capsules surren., in Arch. ital. de Biol. T. X, p. 379; *C. Alexander*, Unters. über d. Nebennieren u. ihre Beziehungen zum Nervensystem, in *Ziegler*'s Beitr. z. path. Anat. u. Phys. 11 Bd., S. 145; *H. Rabl*, Die Entw. u Struktur d. Nebennieren bei den Vögeln, in Arch. f. mikr. Anat. 38. Bd., S 492; *R. Fusari*, Contrib. allo studio d. svilluppo d. caps. surren. e d. simpatico nel pollo e nei mammif. Arch. p. le sc. mediche V. Bd., p. 244 und in Arch. ital. de biol. 18. Bd., p. 161, Res.; *Derselbe*, De la termin. d. fibr. nerv. d. l. caps. surrén, in Arch. ital. de biol. 16. Bd., S. 262; *M. Pfaundler*, Zur Anatomie d. Nebenniere, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 101. Bd., S. 515; *E. Carlier*, Note on the Struct. of the suprar. Body, in Anat. Anz. VIII. Jahrg., S. 443; *L. Arren*, Essai sur le capsules surrén. Paris 1894, Thèse; *P. Manasse*, Ueber die Bez. d. Nebennieren zu den Venen und d. venösen Kreislauf, in *Virchow*'s Arch 135. Bd S. 263; *A. v. Koelliker*, Ueber die Nerven der Nebenniere, in Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte, 66. Vers. in Wien, 1894, S. 363; *A. Dogiel*, Die Nervenend. in den Nebennieren d. Säugeth., in Arch. f. Anat. u. Entw. Jahrg. 1894, S. 90; *M. Mühlmann*, Zur Histologie der Nebennieren, in *Virchow*'s Arch. 146. Bd., S. 365; *A. Pettit*, Recherches sur les capsules surrénales, in Journ. de l'anat et de la physiol. 1896, p. 301 u. 369; *A. Kohn*, Die Nebenniere der Selachier nebst Beiträgen zur Kenntniss der Morphologie der Wirbelthiernebenniere im Allgemeinen, in Arch. f. mikr. Anat. 53. Bd., S. 281; *Derselbe*, Ueber die Nebenniere, in Prager med. Wochenschr. XXIII, Nr. 17, 1898; *V. Diamare*, Sulla morfologia delle capsule surrenali, in Anat. Anz. XV. Bd., S. 357; *A. Kohn*, Die chromaffinen Zellen des Sympathicus, Ibid. S. 393; *J. Marshall Flint*, Reticulum of the Adrenal, in Anatom. Anzeiger XVI. Bd, S 1. Siehe ferner die im Texte citirten Arbeiten.

Von den Geschlechtsorganen.

A. Männliche Geschlechtsorgane.

§ 288.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen 1. aus zwei die Samenkörper oder Samenfäden bildenden drüsenähnlichen Organen, den Hoden, die nebst besonderen Hüllen, den Scheidenhäuten, im Hodensacke enthalten sind, 2. aus den Ausführungsgängen derselben, den Nebenhoden, Samenleitern und Ausspritzungsgängen nebst ihren Anhängen, den Samenblasen, 3. aus den Begattungsorganen, dem männlichen Gliede und seinen Muskeln, 4. endlich aus besonderen Anhangsdrüsen, der *Prostata* und den *Cowper*'schen Drüsen.

§ 289.

Die Hoden, *Testes*, enthalten die Samenkanälchen, in Gestalt vielfach gewundener Röhrchen, und sind von einer besonderen Hülle, der

Tunica albuginea umgeben. Diese Hülle (Fig. 1135 *e*) ist eine weisse, derbe und dicke Haut, die im Baue mit anderen fibrösen Häuten übereinstimmt und als geschlossene Kapsel das Hodengewebe überall umschliesst. Ihre äussere Fläche ist ausser da, wo der Nebenhoden am Hoden anliegt, glatt und glänzend während die innere durch eine dünne Schicht von lockerem Bindegewebe mit dem Hodengewebe sich verbindet und ausserdem noch durch eine bedeutende Zahl von Fortsätzen in das Innere desselben eindringt. Unter diesen ist das *Mediastinum testis* (*Corpus Highmori*), das als ein senkrecht stehendes, 2—2,7 cm langes, am Ursprunge dickes Blatt von derbem Bindegewebe vom hinteren Rande des Hodens etwa 6 bis 9 mm tief ins Innere eindringt, der bedeutendste (Fig 1135 *h*). Dazu kommen aber noch viele von der gesammten inneren Oberfläche der *Albuginea* ausgehende platte, aus lockerem Bindegewebe bestehende Fortsätze, *Septula testis* (Fig. 1135 *o*), welche, die einzelnen Abtheilungen des Drüsengewebes von einander sondernd und die Gefässe desselben tragend, von allen Seiten gegen das *Mediastinum testis* zusammentreten und zugespitzt an den Rand und die Flächen desselben sich ansetzen.



Fig. 1135.

Die Drüsensubstanz des Hodens ist nicht durchweg gleichartig, sondern besteht aus einer gewissen Zahl (100 bis 250) birnförmiger, jedoch nicht überall, und vor allem nicht an der Oberfläche des Organes, vollständig von einander gesonderter Läppchen, *Lobuli testis*, welche alle mit ihren Spitzen gegen das *Mediastinum testis* sich zuneigen, in der Nähe desselben am kürzesten, zwischen den Rändern des Organes dagegen am längsten sind (Figg. 1135 *n*, 1137 *b*). Ein jedes dieser Läppchen wird von einem bis drei, 0,13 bis 0,28 mm ($^1/_8$—$^1/_{15}$''') dicken Samenröhrchen oder Samenkanälchen, *Tubuli contorti seminiferi*, gebildet, welche, vielfach gewunden und in ihrem Laufe ziemlich häufig sich theilend, auch wohl untereinander sich verbindend, eine dichte Masse bilden und zuletzt am dicken Ende der Läppchen bald mehr im Innern, bald an der Oberfläche derselben blind oder mit Schlingen enden (Fig. 1136). Die Samenkanälchen eines Läppchens, obschon durch etwas Bindegewebe und Gefässe mit einander verbunden, lassen sich doch durch sorgfältiges Zerzupfen in grosser Ausdehnung, ja selbst ganz für sich darstellen, und ergiebt sich die Länge eines derselben nach *Lauth* zu

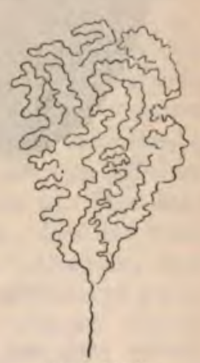


Fig. 1136

Fig. 1135. Querschnitt durch den rechten menschlichen Hoden und seine Häute. *a Vaginalis communis*; *b Vaginalis propria*, äusseres Blatt; *c* Höhle der *Propria*, die im Leben fehlt; *d* inneres Blatt der *Propria*, mit *e* der *Albuginea* verschmolzen; *f* Uebergang der *Propria* auf den Nebenhoden *g*; *h Mediastinum testis*; *i i i* Aeste der *Arteria spermatica*; *k Vena spermatica interna*; *l Ductus deferens*; *m Art. deferentialis*; *n Lobuli testis*; *o Septula*.

Fig. 1136. Schema des Verlaufes eines Samenkanälchens.

28—73 cm. — An dem spitzen Ende eines jeden Läppchens werden die Samenkanälchen mehr gerade und treten dann jedes für sich, oder die 2—3 aus einem Läppchen stammenden zu einem Kanälchen vereint, als *Tubuli seminiferi recti* von 0,02—0,09 mm Durchmesser (Fig. 1137 *c*) in die Basis des *Mediastinum testis* ein, woselbst sie ein in dessen ganzer Länge sich erstreckendes, sehr dichtes, 4,5—6,7 mm breites, 3,3 mm dickes Geflecht, das Hodennetz, *Rete testis* (*R. Halleri*) bilden (Fig. 1137 *d* und Fig. 1138 *M*). Aus dem oberen Ende dieses Geflechtes, dessen Kanälchen von 24—80—180 μ messen, treten 7—15 austretende Samenkanälchen, *Ductuli efferentes testes* s. *Graafiani*, von 0,20—0,35—0,45 mm hervor (Fig. 1137 *e* und Fig. 1138 *Ü*), die, die *Albuginea* durchbohrend, in den Nebenhoden übergehen. Hier gewinnen dieselben einen mittleren Durchmesser von etwa 0,28 mm und 0,22 mm, erweitern sich aber stellenweise bis auf 0,6 mm, können aber auch bis auf 0,08 mm sich verengern. Sie winden sich in ganz ähnlicher Weise wie die Samenkanälchen in den Hodenläppchen, jedoch ohne Theilungen und Verbindungen zu bilden, so dass eine gewisse Zahl kegelförmiger, mit den Spitzen gegen den Hoden zugewendeter Körper, Nebenhodenläppchen (*Lobuli epididymidis*) oder die Samenkegel (*Coni vasculosi*) entstehen (Fig. 1137 *f*). Diese Samenkegel setzen, indem sie durch Bindegewebe untereinander sich vereinen, den Kopf des Nebenhodens zusammen, und aus ihren Kanälchen, die am hinteren oberen Rande des Nebenhodens nach und nach miteinander zusammenfliessen, entsteht dann der einfache, 0,35—0,45 mm dicke Gang des Nebenhodens (*Ductus Epididymidis*) (Fig. 1137 *g*), der in bekannter Weise gewunden den Körper und Schweif des Nebenhoden bildet, gegen sein unteres Ende gewöhnlich einen blinden Ausläufer (*Ductulus aberrans inferior*) abgiebt (Fig. 1137 *i*) und dann in den anfangs 0,5—0,7 mm weiten und noch gewundenen, bald geraden und 1,6—2,2 mm weiten Samenleiter (Fig. 1137 *h*) (*Ductus deferens*) übergeht. — Auch der Nebenhoden hat eine, jedoch sehr dünne (von 0,36 mm) Faserhaut von grauweisser Farbe.

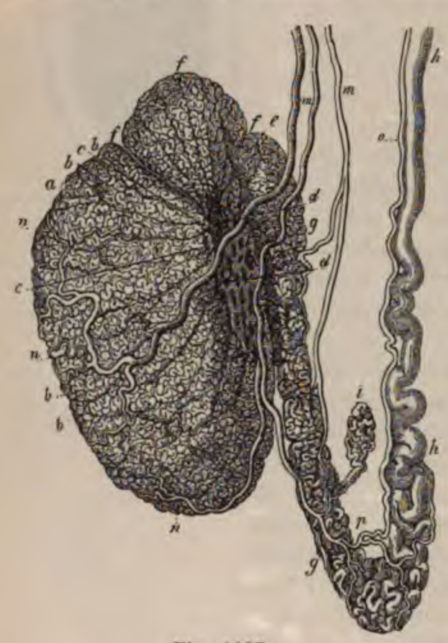


Fig. 1137.

Fig. 1137. Hoden und Nebenhoden des Menschen. Nach *Arnold*. *a* Hoden, *b* Läppchen des Hodens; *c* *Tubuli recti*; *d* *Rete testis*; *e* *Ductuli efferentes*; *f* *Lobuli epididymidis*; *g* Nebenhoden; *h* *Ductus deferens*; *i* *Ductulus aberrans inferior*; *m* Aeste der *Spermatica interna* zum Hoden und Nebenhoden; *n* Verästelung am Hoden; *o* *Art. deferentialis*; *p* Verbindung mit einem Zweige der *Spermatica*.

In Betreff des Verlaufes der Samenkanälchen, der immer noch nicht so aufgeklärt ist, als es wünschbar wäre (s. Mikr. Anat. II. 2. S. 391 und *Henle*'s Eingeweidelehre, S. 352), hat *Sappey* (Anat. 3. Fasc. p. 556) die genauesten Aufschlüsse gegeben. Löst man durch Maceration in verdünnter Salpetersäure die Bindesubstanz der Hodenläppchen auf, so ist es leicht, vom *Corpus Highmori* aus die Samenkanälchen einzeln zu verfolgen und zeigt sich, dass dieselben 70—80 cm (25—31″) lang sind und, wie *Koelliker* schon seit langem behauptete, theils mit blinden Enden, theils mit Anastomosen ausgehen. Die blinden Enden liegen nach *Sappey* 1—3 mm unter der *Albuginea*, ausserdem kommen an jedem Kanälchen, besonders in der äusseren Hälfte, noch 1—7 Seitenäste von 2—3 mm Länge vor, die ebenfalls blind enden. — Anastomosen finden sich nach *Sappey* in doppelter Weise: als Verbindungen der Kanälchen zweier Läppchen und als Anastomosen der Aeste eines und desselben Kanälchens. Zu letzteren rechnet *Koelliker* auch die von *Sappey* beschriebenen Theilungen und Wiedervereinigungen im Verlaufe eines Kanälchens. Später hat *v. Mihálkovics* (in Ber. d. königl. sächs. Ges. d. Wissensch. 1873) blinde Enden der Samenkanälchen gänzlich in Abrede gestellt, während *v. la Valette St. George* (in *Stricker*'s Handb. S. 524), wenigstens beim Kinde, solche durch Maceration in Essig darstellen konnte.

§ 290.

Feinerer Bau des Hodens.

Die Faserhaut des Hodens (*Tunica albuginea*), 0,4—0,6 mm dick, besteht hauptsächlich aus Bindegewebsbündeln, welche, parallel der Oberfläche, in verschiedenen Richtungen sich durchflechten. Ein inneres Blatt der eigenen Scheidenhaut des Hodens, wie es in der beschreibenden Anatomie unterschieden wird, ist histologisch von der *Albuginea* nicht zu trennen, indem an Schnitten senkrecht zur Oberfläche nirgends eine scharfe Grenze zu sehen ist. Man kann daher auch das Verhältniss der beiden Häute so ausdrücken, dass das innere Blatt der eigenen Scheidenhaut des Hodens nur aus dem die *Albuginea* überziehenden Epithele bestehe. Den Bindegewebsbündeln sind feine elastische Fasern beigemischt. Spärlich in den äusseren Schichten werden sie ziemlich reichlich in den inneren. Glatte Muskelbündel finden sich in der *Albuginea* im Allgemeinen nicht; nur in der Nähe der Haftlinie des parietalen Blattes der eigenen Scheidenhaut lassen sich manchmal vom Ueberzuge des Nebenhodens her spärliche, dünne Muskelbündel auf eine kurze Strecke weit in die *Albuginea* verfolgen. Das *Mediastinum testis* stellt eine Verdickung der *Albuginea* dar, welche keilförmig gegen das Innere des Hodens vorspringt. Ausserdem ziehen von der ganzen Innenfläche der *Albuginea* von Stelle zu Stelle die Scheidewände der Hodenläppchen nach einwärts, welche im Wesentlichen aus demselben Fasergewebe bestehen wie die *Albuginea*.

Während die *Albuginea*, das *Mediastinum* und die *Septula testis* in der Hauptsache ein derbfaseriges Bindegewebe mit elastischen Fasern darstellen, ist die Bindesubstanz im Innern der Hodenläppchen von wesentlich anderer Beschaffenheit. Das Gewebe zwischen den Samenkanälchen ist eine Art lockeren Bindegewebes mit spärlichen Bindegewebsbündeln, ohne elastische Fasern und

in der Rinde mit länglichen Maschen, eines im Marke mit mehr rundlichen Zwischenräumen. Die Arterien entspringen als viele (bis zu 20) kleine Stämmchen aus den benachbarten grösseren Arterien (*Phrenica, Coeliaca, Aorta, Renalis*) und dringen theils unmittelbar ins Mark, theils verästeln sie sich in der Rinde. Die letzteren, zahlreicheren, überziehen mehrfach verästelt die äussere Oberfläche des Organes und bilden schon in der Hülle desselben ein weiteres Kapillarnetz. Aus diesem Kapillarnetze senken sich überall reichliche Fortsetzungen in die Rindensubstanz ein, welche die Rindenstränge umspinnen und in der *Zona fascicularis*, in radiärem Verlaufe durch die spärliche Bindesubstanz, den Zellensträngen dicht auf allen Seiten anliegend, nach einwärts ziehen, um in der *Zona reticularis* in etwas weitere Kapillaren überzugehen, die überall die Lücken zwischen den, hier netzartig angeordneten, Zellensträngen ausfüllen. Nirgends sieht man in der Rindensubstanz eigentliche Arterien mit charakteristischer Intima und Muskeln führender Media. Alle Gefässwände haben den Bau von Kapillaren. Wahre Arterien und Venen sieht man in Begleitung von stärkeren Nervenbündeln nur in den stärkeren, gleichsam Fortsätze der Kapsel darstellenden Bindegewebssepten und Strängen, welche die Rinde durchsetzen und direkt in die Marksubstanz ziehen. Die Kapillaren der *Zona reticularis* setzen sich direkt in die Venen der Marksubstanz fort. Unmittelbar unter der Hülle finden sich in den oberflächlichsten Schichten der Rinde da und dort weitere Venen, die mit den Venen der Hülle zusammenhängen.



Fig. 1132.

Im Gegensatze zur Rinde enthält das Mark wahre Arterien, welche theils durch die bereits erwähnten Scheidewände der Rinde, theils — wo das Mark die Oberfläche erreicht — direkt in dasselbe gelangen. Die Arterien verästeln sich daselbst in Kapillaren und gehen in einen ungemein reichen Venenplexus über, der auch die Kapillaren und Venen der *Zona reticularis* der Rinde aufnimmt und dem Marke ein schwammartiges Gefüge verleiht. Diese Venengeflechte finden ihren Hauptabfluss durch die *V. suprarenalis*, die an der

Fig. 1132. Querschnitt durch eine strangartige Fortsetzung der Kapsel, die zum Marke der Nebenniere zieht, vom Hingerichteten. *Zenker's* Flüss., Hämatox., Eosin. Vergr. 55. *B* Bindegewebe; *a* Arterien; *g* Ganglienzellen; *m* Glatte Muskelbündel; *n* Nervenbündel; *r* Rindenstränge; *v* Venen.

vorderen Fläche aus dem sogenannten Hilus hervortritt und rechts in die Hohlvene, links in die Nierenvene sich einsenkt. Ausserdem kommen aus der Rinde noch eine ziemliche Zahl kleinerer Venen hervor, die zum Theil paarig die Arterien begleiten und in die Nieren- und Zwerchfellvenen und in die untere Hohlvene einmünden. Die Venengeflechte des Markes besitzen, abgesehen von ihrer Endothelauskleidung, eine Wandung mit reichlichen elastischen Fäserchen, welchen sich an den stärkeren Aesten da und dort auch, meist längsziehende, glatte Muskelbündel beimischen. Das für die Marksubstanz charakteristische, an elastischen Fasern reiche Bindegewebe gehört hauptsächlich den Venenwandungen an.

Die Lymphgefässe der Nebenniere hat *H. Stilling* genauer verfolgt. Ausser einem reichlichen Netze von oberflächlichen Lymphgefässen, welches schon

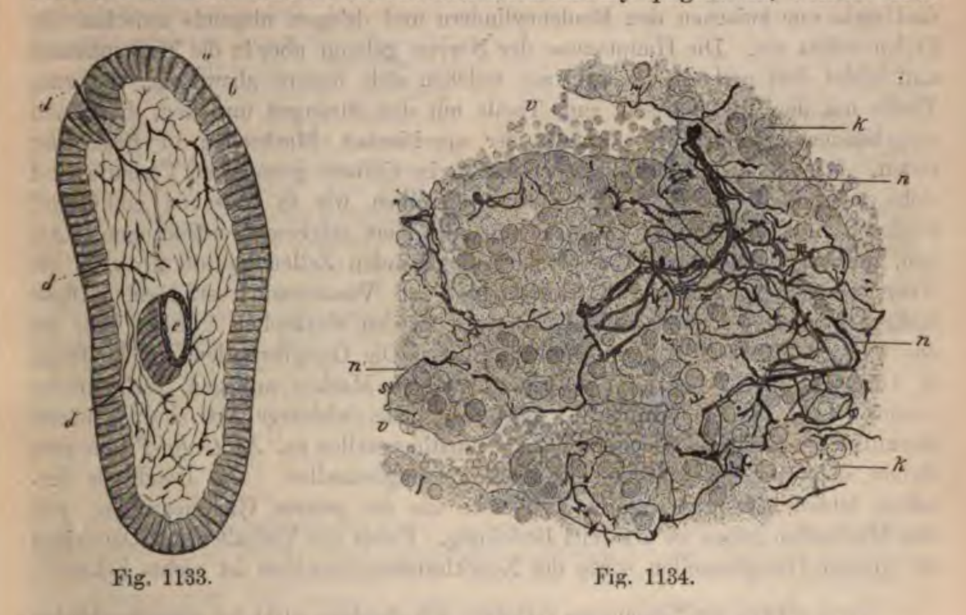


Fig. 1133. Fig. 1134.

Sappey darstellte, konnte *Stilling* zahlreiche Lymphbahnen in den oberflächlichen Schichten der Rinde; dagegen nur spärliche in den inneren Theilen derselben nachweisen. Reichliche Lymphgefässnetze fand er dagegen in der Marksubstanz, namentlich um die grösseren Venen. Die stärkeren Lymphgefässstämmchen ziehen längs der Arterien. Die Nerven der Nebennieren sind, wie *Bergmann* richtig angegeben hat, ungemein zahlreich und stammen aus dem *Ganglion semilunare* und dem *Plexus renalis*, nach *Bergmann* einem kleinen Theile nach auch aus dem *Vagus* und *Phrenicus*. *Koelliker* zählte beim Menschen an der rechten Nebenniere 33 Stämmchen, 8 von $^1/_5$—$^1/_{10}$''',

Fig. 1133. Querschnitt der Nebenniere des Kalbes, etwa 15mal vergr., mit Natron behandelt. *a* Rinde; *b* Mark; *c* Centralvene von etwas Rindensubstanz umgeben; *d* Drei eintretende Nervenstämme; *e* Nerven und ihre Ausbreitung im Innern.

Fig. 1134. Schnitt durch das Mark der Nebenniere der Maus. *Golgi*-Präparat von *Koelliker*. Vergr. 325. *k* Kerne der Markzellen; *n* Gröbere Nervenbündel; *n'* Terminale Nervenfäserchen; *v* Venenräume mit Blutkörperchen.

propria ist je nach dem Füllungszustande der Samenkanälchen und der Zahl der Schichten eine wechselnde, nach *Koelliker* zwischen 5—11 μ. Nach *Benda* und *Perutz* (in Verhandl. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin, Mai 1899) fehlen im kindlichen Hoden die elastischen Fasern in der Wand der Samenkanälchen vollständig. Viel einfacher als beim Menschen ist die *Membrana propria* bei kleinen Thieren, z. B. bei der Ratte, gebaut. Sie besteht hier nur aus einer anscheinend strukturlosen Haut von 1—4 μ Dicke, welcher aussen ein aus polygonalen Plättchen von 40—55 μ Durchmesser bestehendes Endothel aufliegt.

Der Inhalt der gewundenen Samenkanälchen des Mannes besteht, abgesehen von spärlicher Flüssigkeit, 1. aus eigenthümlichen Epithelzellen, welche von *E. Sertoli* (Il Morgagni 1865) zuerst genauer beschrieben wurden und daher als *Sertoli*'sche Zellen bezeichnet werden (Fig. 1141, *A* und *B*); 2. aus Samenzellen und deren Abkömmlingen (Fig. 1141, *C* und *D*), den wesentlichen Elementen des Samens, den Samenfäden, sowie aus Zerfallsprodukten, welche während der Samenbildung entstehen und theilweise aus degenerirenden Samenzellen. Von den unter 2 genannten Elementen soll erst später ausführlicher die Rede sein.



Fig. 1141.

Die *Sertoli*'schen Zellen stellen in der Hauptsache ein einschichtiges cylindrisches Epithel dar, das mit seinen Fussplatten überall die Innenfläche der *Membrana propria* überzieht. Die Fussplatten sind in der Aufsicht von polygonaler Form und stehen mit ihren Rändern in inniger Berührung. Gegen das Innere des Samenkanälchens drängen sich jedoch zwischen die *Sertoli*'schen Zellen im samenbildenden Hoden die, im Allgemeinen rundlichen Samenzellen, wodurch die *Sertoli*'schen Zellen zahlreiche facettenartige Eindrücke, bis an die Fussplatten herab, erhalten. Doch finden sich gerade an den *Sertoli*'schen Zellen des Menschen da und dort auch weiter nach einwärts kurze, seitliche Fortsätze, durch welche benachbarte Zellen in Berührung sind und denselben eine ästige Gestalt verleihen. Wo keine Samenbildung stattfindet und die Samenzellen nur spärlich sind, sowie am Uebergange der gewundenen Kanälchen in die geraden, wo Samenzellen in der Regel gänzlich fehlen (1146, *c*), zeigen die *Sertoli*'schen Zellen das Ansehen eines einfachen Cylinderepithels. Das Protoplasma der typischen *Sertoli*'schen Zelle des Menschen zeigt in seinem äusseren Theile bis nahe an die Fussplatte heran Einlagerungen von kleineren und grösseren (bis 3 μ), gelblichen oder gelbbräunlichen Fetttröpfchen, wodurch sich die *Sertoli*'schen Zellen — abgesehen von den anderen Eigenschaften —

Fig. 1141. Zellen aus dem Innern eines menschlichen Hodenkanälchens frisch in NaCl 0,75 % isolirt. Vergr. 500. *A* und *B* *Sertoli*'sche Zellen im Profil, in *B* noch zwei Samenfäden in der Ausstossung begriffen. *C* Zwei Spermatocyten I. O. (*Henle*'sche Zellen); *D* Spermatiden (*Koelliker*'sche Zellen).

von den Samenzellen, welche niemals grössere Fetttropfen enthalten — auffallend unterscheiden. Die in den *Sertoli*'schen Zellen enthaltenen Fetttröpfchen bedingen wesentlich das gelb bräunliche Ansehen eines frischen Hodendurchschnittes und sie sind es, welche ein isolirtes Samenkanälchen bei schwacher Vergrösserung im durchfallenden Lichte wie von dunkeln körnigen Flecken gesprenkelt erscheinen lassen (Fig. 1140). Der innere Theil der *Sertoli*'schen Zelle ist in der Regel von Fett frei, zeigt aber, abgesehen von einer feinen Körnung, eine fädige Struktur. Die feinen Fäden des Protoplasmas verlaufen vorwiegend in der Längsrichtung der Zelle, hängen aber da und dort netzartig zusammen. Das innere Ende der *Sertoli*'schen Zellen erscheint entweder mit Gruppen in der Entwickelung begriffener Samenfäden in Verbindung oder wie zerrissen und ausgefranst, was mit den später zu besprechenden Beziehungen der *Sertoli*'schen Zellen zur Samenbildung zusammenhängt. Die Kerne der *Sertoli*'schen Zellen des Menschen liegen gewöhnlich nicht, wie dies bei Thieren die Regel ist, nahe der Fussplatte, sondern erscheinen in der Mehrzahl der Fälle mehr weniger weit, bis in die Mitte der Zelle, von der *Membrana propria* abgerückt. Sie sind von rundlich-ellipsoidischer Form, 9—12 μ in den verschiedenen Durchmessern, mit einer deutlichen Kernmembran und einem manchmal doppelten, 2 μ grossen Kernkörperchen versehen. Das Chromatingerüst ist ungemein zart. Wie *F. Hermann* (in Arch. f. mikroskop. Anat. 34. Bd.) zuerst nachwies, zeigt das Kernkörperchen die Besonderheit, dass es aus einer an fixirten Präparaten in Saffranin nicht färbbaren Kugel und einer oder zwei dicht daran liegenden in Saffranin intensiv färbbaren, kleineren Kugeln (Juxtanucleolarkörper *Bonin*) besteht.

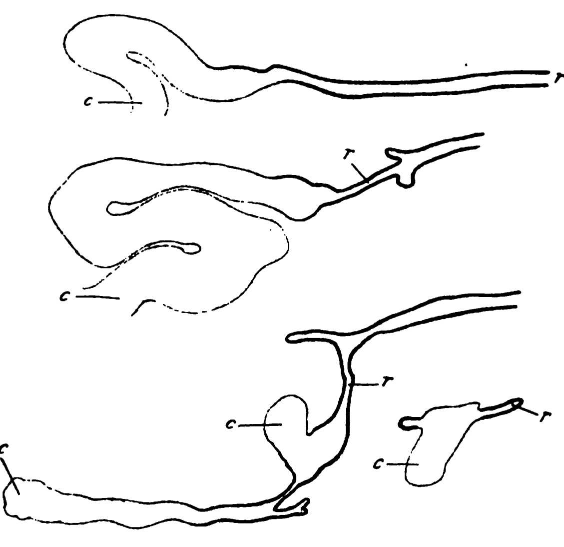


Fig. 1142.

An den Spitzen der gegen das *Mediastinum testis* sich kegelförmig verschmälernden Hodenläppchen gehen die gewundenen Samenkanälchen in das *Rete testis* (*Halleri*) über. Der Uebergang erfolgt durch Röhrchen, welche als *Tubuli recti* beschrieben werden. In der That findet man nicht selten ein kürzeres oder längeres gerades Rohr als Uebergang der gewundenen Kanälchen

Fig. 1142. Verschiedene Formen der Einmündung der *Tubuli contorti* (*c*) in Röhrchen des *Rete testis* (*r*) aus Sagittalschnitten durch das *Mediastinum testis* vom Erwachsenen. Pikrinsublimat. Hämat. Kongo. Vergr. 65.

in das Hodennetz. Allein ausnahmslose Regel ist dies keineswegs, wie aus Fig. 1142 hervorgeht, in welcher unten zwei gewundene Kanälchen dargestellt sind, welche seitlich in Röhrchen des Hodennetzes einmünden. Da ferner der Bau der *Tubuli recti* mit jenem der Kanälchen des Hodennetzes übereinstimmt, ist es kaum gerechtfertigt, dieselben als besondere Abschnitte der Samenkanälchen zu bezeichnen, doch sei hervorgehoben, dass die Röhren, in welche die gewundenen Kanälchen zunächst einmünden, stets enge und von annähernd kreisförmigem Querschnitte sind, was nur bei einem Theile der Kanäle des Hoden-



Fig. 1143.

netzes der Fall ist. Die Kanäle des Hodennetzes mitsammt den *Tubuli recti* besitzen keine selbständige *Membrana propria*, sondern erscheinen wie im derben Bindegewebe des *Mediastinum testis* ausgegrabene Gänge. Diese Gänge zeigen reichliche netzartige Verbindungen (Fig. 1138), haben aber keineswegs überall einen drehrunden Querschnitt, sondern stellen ein sehr unregelmässiges Lückensystem dar, das bald enge, röhrenförmige, bald weite, oft spaltartige mit vielfachen Ausbuchtungen versehene Abschnitte zeigt. Etwas regelmässiger erscheinen die Gänge bei jungen Thieren (Fig. 1143); sehr sonderbar sind aber

Fig. 1143. Schnitt durch das *Rete testis* vom Kätzchen. Sublim. Hämatox. Eosin. Vergr. 162. *B* Bindegewebe des *Mediastinum testis*; *c Tubuli contorti* von hohen verlängerten Epithelzellen (*Sertoli*'schen Zellen) ausgekleidet; *d* netzartig verbundene Gänge des *Rete* mit kubischem Epithel theilweise tangential angeschnitten; *g* Blutgefässe; *r Tubuli recti.*

die Verhältnisse am Hoden des Mannes, wie ein Blick auf Fig. 1144 zeigt. Bald zeigt das Netz weite unregelmässige Lichtungen von 0,1—0,3 mm Durchmesser, während dicht daneben und in die weiten Lücken einmündend Kanäle von 3—4 μ Lichtung sich finden. Ebenso unregelmässig sind die Zwischen-

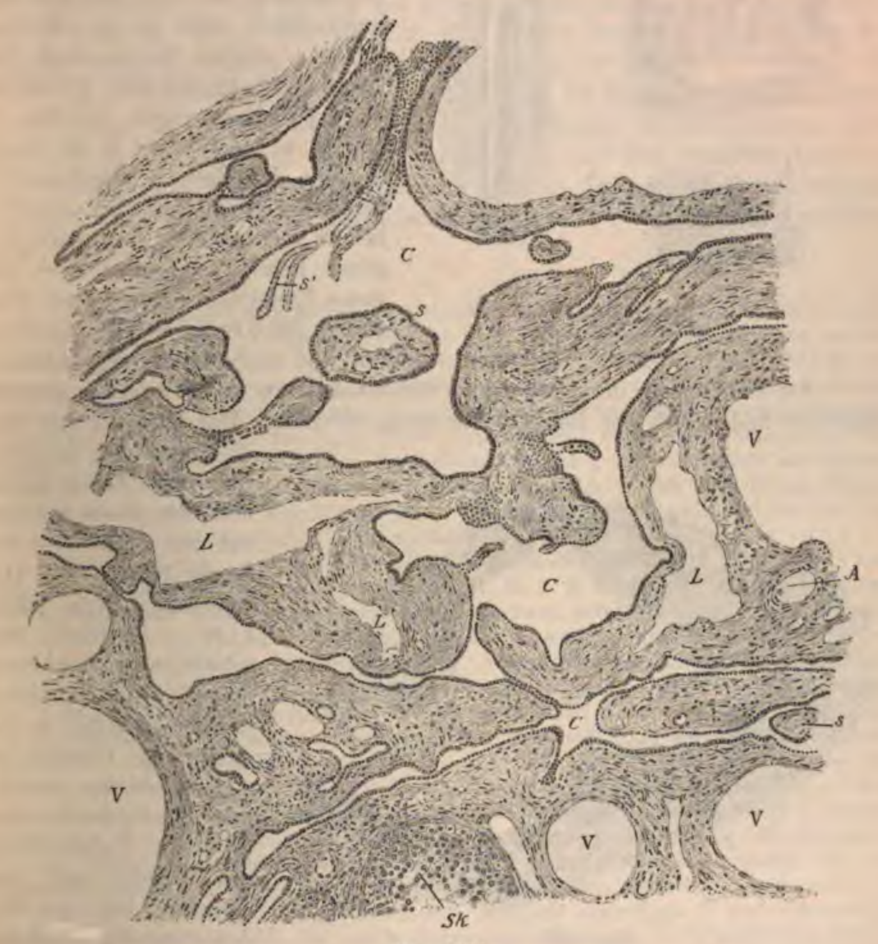


Fig. 1144.

räume, welche von dem derben Fasergewebe eingenommen werden. An Stellen, wo viele enge Röhren vorkommen, betragen die Zwischenräume oft nur 10—20 μ, während an anderen Stellen dieselben bis 0,4 mm breit werden. Durch die weiteren Lücken ziehen ferner an vielen Stellen Blutgefässe enthaltende Stränge, wie **v. Mihálkovics** zuerst bemerkte. Diese Stränge sind zum Theil sehr

Fig. 1144. Flächenschnitt durch das *Mediastinum* mit dem *Rete testis* vom Manne. Pikrinsublim. Vergr. 96. *A* Arterie; *C* Kanälchen des *Rete*; *L* Lymphgefässe; *Sk* gewundenes Hodenkanälchen; *V* Venen; *s* gröbere, *s'* feinere Stränge, welche die Kanälchen durchsetzen.

fein, 15 μ dick, zum Theil aber 0,1 mm und darüber erreichend (Fig. 1144, *s'*, *s*). Das Epithelium, welches die Kanäle des Hodennetzes und die dieselben durchsetzenden Stränge überzieht, zeigt ebenfalls wenig Regelmässigkeit. Im Allgemeinen ein einschichtiges Cylinderepithel, wird es an manchen Stellen so niedrig, dass es einem Gefässendothele ähnlich wird. Die Höhe des Epithels schwankt zwischen 2 und 18 μ, beträgt aber in der Regel 8—10 μ. Die Kerne der Epithelzellen sind sehr unregelmässig, gewöhnlich in mehrere dicht aneinander liegende Stücke fragmentirt oder mit tiefen Einbuchtungen versehen (Fig. 1145). Bei Knaben und jungen Thieren sind solche Kernformen seltener.

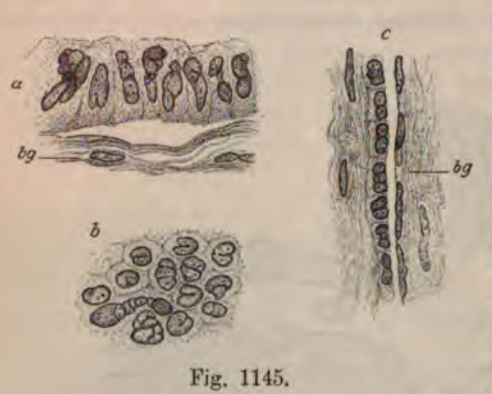


Fig. 1145.

Am Uebergange der gewundenen Samenkanälchen in die engeren geraden Röhrchen ändert sich der Bau der Wandung plötzlich. Das hohe Epithel, das die Fortsetzung der *Sertoli*'schen Zellen bildet, hört mit einem Schlage auf und macht dem niedrigen Epithel des Hodennetzes Platz (Fig. 1146). Zugleich verschwindet die *Membrana propria* des Samenkanälchens und geht in das derbfaserige Gewebe des *Mediastinum testis* über. Häufig werden aber noch die *Tubuli recti* eine Strecke weit von Zwischenzellen des Hodens umhüllt, wodurch das Verschwinden der *Membrana propria* weniger deutlich hervortritt. Wo jedoch die *Membrana propria* in derbes Fasergewebe übergeht, sieht man, dass gegen das Ende



Fig. 1146.

Fig. 1145. Epithel von Kanälchen des *Rete testis* vom Manne. Pikrinsublimat. Vergr. 580. Detailbild aus Fig. 1144. *a* Hohes Epithel im Profil, *b* in der Aufsicht; *bg* Bindegewebe; *c* enges Kanälchen im Längsschnitt rechts mit ganz flachem, links mit etwas höherem Epithele.

Fig. 1146. Mündung eines *Tubulus contortus* in einen *Tubulus rectus* vom *Mediastinum testis* des Erwachsenen. Pikrinsublimat. Hämatoxylin. Kongo. Vergr. 465. *B* Bindegewebe des *Mediastinum*; *c* hohes Epithel des *Tubulus contortus* (*Sertoli*'sche Zellen), bei *c'* plötzlich in das niedrige Epithel *r* des *T. rectus* übergehend.

derselben die zelligen, endothelartigen Elemente an Zahl zunehmen und, während die faserigen-lamellären Theile verschwinden, sich gegen das Epithel des geraden Kanälchens herandrängen. Solche Bilder machen die Darstellung *v. Mihálkovics* (l. c.) begreiflich, der die *Membrana propria* der gewundenen in das Epithel der geraden Samenkanälchen übergehen liess; um so mehr als, wie bereits erwähnt, das Epithel des Hodennetzes und der geraden Röhrchen häufig mehr einem Endothele von Bindegewebsspalten, als einem echten Epithele gleicht. Insbesondere wird der Eindruck, dass die Bindegewebszellen der *Membrana propria* in das Epithel des Hodennetzes übergehen, dann sehr täuschend, wenn — wie man da und dort bemerken kann — die Zellkerne am Ende der *Membrana propria* in Grösse und eigenthümlicher Fragmentirung mit jenen der Epithelzellen am Anfange der geraden Kanälchen übereinstimmen.

Obwohl die embryonale männliche Keimdrüse ursprünglich ebenso, wie das Ovarium (siehe § 303) von einem Keimepithel bedeckt ist, von welchem die Entwicklung der Geschlechtszellen ausgeht, so zeigt doch der ausgebildete Hoden an seiner Oberfläche ein Epithel, das sich vom Epithel des Bauchfells nicht unterscheidet. Nur im Bereiche des *Appendix testis* (*Morgagni*) finden sich, wie zuerst *E. Fleischl* nachwies, eigenthümliche Epithelverhältnisse, indem hier zum Theile Cylinderzellen und auch Flimmerzellen vorkommen. Ueber die Bedeutung des *Appendix testis* siehe § 297. Trotzdem das Epithel der *Albuginea* sich vom Bauchfellepithel nicht unterscheidet, fehlt dem Hoden ebenso, wie dem Eierstocke ein eigentlicher Bauchfellüberzug, indem zwischen Epithel und *Albuginea* eine besondere Serosa nicht nachgewiesen werden kann.

Die zuerst von *Leydig* bei Thieren (in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 2. Bd.) und *Koelliker* beim Menschen (in Mikroskop. Anat. II. 2. S. 392) beschriebenen Zwischenzellen des Hodens haben sehr verschiedene Deutungen erfahren. Gewöhnlich als eine besondere Form von Bindegewebszellen betrachtet, was sie ja ihrer Fundstelle nach auch zu sein scheinen, wurden sie zuerst von *M. Nussbaum* (im Arch. f. mikrosk. Anat. 1880 Bd. 18) als embryonale Reste von Zellsträngen angesehen, die von der Oberfläche der Keimdrüsenanlage (Keimepithel) in die Tiefe wachsend, auch die gewundenen Samenkanälchen bilden. Wesentlich dieselbe Auffassung vertritt *v. Mihálkovics* (in Intern. Monatsschr. 1885), welcher ausserdem auf die Aehnlichkeit der Zwischenzellen des Hodens mit den Zellen der Rinde der Nebenniere hinweist, deren Entwicklung — ähnlich wie jene der Zwischenzellen und Samenkanälchen, aus den Keimepithelien (Sexualstränge) — aus dem benachbarten Peritonealepithel ihren Anfang nimmt. Mit Rücksicht auf die Befunde von *v. Mihálkovics* sowie mit Rücksicht auf die Thatsache, dass die Zwischenzellen Nester und Stränge ohne Bindegewebe bilden, spricht sich *v. Lenhossék* (l. c.) für die epitheliale Natur derselben aus, während neuerdings *F. Friedmann* (in Arch. f. mikr. Anat. 52. Bd.) für den bindegewebigen Ursprung der interstitiellen Zellen, wo sie überhaupt vorkommen (sie fehlen nämlich den Urodelen und Knochenfischen und vielleicht allen Ichthyopsiden), eintritt.

Cl. Regaud (in Compt. rend. de la soc. de Biologie 13 janvier 1900) denkt mit Rücksicht auf den Umstand, dass er bei Ratten niemals Mitosen in den Zwischenzellen finden konnte, an eine Entwicklung der Zwischenzellen aus Leukocyten.

Wie immer die Frage der entwicklungsgeschichtlichen Bedeutung der Zwischenzellen sich schliesslich entscheiden mag, sicher ist, dass diese Zellen vermöge ihrer morphologischen Eigenschaften Elemente eigener Art darstellen, die mit keiner sonst bekannten Art von Bindegewebszellen identisch sind. Der Fettgehalt, sowie die Krystalloide der Zellen beim Menschen stehen wahrscheinlich in Beziehung zu der Samenbildung, und *F. Friedmann* betrachtet, wie *Plato* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 48 u. 50 Bd.), die interstitiellen Hodenzellen als trophisches Hilfsorgan für die Samenbildung. *Plato* glaubt bei Mäusen direkt die Einwanderung von Fett aus den Zwischenzellen in *Sertoli*'sche Zellen durch die *Membrana propria* hindurch beobachtet zu haben, was

mir indessen ebenso wenig, als *v. Lenhossék, Beissner* (in Arch. f. mikr. Anat. 51. Bd.) und *Regaud* zu bestätigen gelang. Am weitesten geht *v. Bardeleben* (in Arch. f. Anat. Suppl. 1897 und Jena'sche Zeitschr. f. N. 1898), der ganze interstitielle Zellen in die Samenkanälchen einwandern lässt um dort in *Sertoli*'sche Zellen sich umzuwandeln: eine Angabe, die indessen sicherlich nur auf trügerischen Schnittbildern beruht.

Die Zahl und Vertheilung der Zwischenzellen des Hodens ist eine wechselnde. Reichlich beim 4 monatlichen Embryo, wie *Hofmeister* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 65. Bd.) fand und ich bestätigen kann, nehmen sie später an Zahl beträchtlich ab und werden erst wieder zahlreich im geschlechtsreifen Hoden.

Beim Murmelthiere findet man nach *Hansemann* (in *Virchow*'s Arch. 142. Bd.) während des Winterschlafes keine deutlichen Zwischenzellen, sondern nur spindelförmige Elemente, während des Erwachens im Frühjahr entwickeln sich aber die charakteristischen interstitiellen Zellen.

Eine auffallende Vermehrung der Zwischenzellen beobachtete *Stroebe* (in *Ziegler*'s Beiträgen zur pathol. Anat. etc. 22. Bd. S. 308), wie schon früher *Winkler* in atrophischen Hoden des Menschen bei *Pseudhermaphrodismus masculinus internus*.

Ueber den Bau der *Membrana propria* der gewundenen Samenkanälchen herrschen noch immer widersprechende Ansichten. Während *Koelliker* bereits in seiner mikrosk. Anat. eine Darstellung giebt, welche mit der hier vertretenen im Wesentlichen übereinstimmt, nehmen *Henle* (Eingeweidelehre) und mit ihm *v. La Valette St. George*, *v. Mihálkovics, Stieda* und die meisten Neueren an, dass die *Membrana propria* sich nur aus endothelartigen Schüppchen aufbaue. Die Anwesenheit von elastischen Fäserchen in der Wand der Samenkanälchen lässt sich, abgesehen von den alten Methoden der Behandlung frischer Isolationspräparate mit Laugen, an Schnitten mit Orcein leicht nachweisen und kann man sich bei stärkeren Vergrösserungen überzeugen, dass es sich nicht bloss um Häutchen, sondern auch um deutliche Fasern, die im Querschnitte als Punkte erscheinen, handelt. Das Vorkommen leimgebender Bündel lässt sich an Schnitten mit *Van Gieson*'s Färbung ebenfalls leicht feststellen. Der schwierigste Punkt ist der Nachweis der homogenen Innenhaut, welche *Koelliker* allein als *Membrana propria* bezeichnet, während er die äusseren Schichten als Faserhaut benennt. Diese homogene Innenhaut (siehe Fig. 1161) ist manchmal sehr undeutlich, in vielen Fällen aber, besonders an atrophischen Kanälchen oft auffallend dick, wobei es sich aber wohl um Degenerationsvorgänge (hyaline Degeneration?) handeln dürfte. — Während nach der verbreitetsten Meinung die Umhüllung der Samenkanälchen nur aus endothelartigen Lamellen bestehen soll, ging *Cl. Regaud* (in *J. Renaut*'s Traité d'histol. II) so weit, ein Endothel an der Wand der Samenkanälchen ganz in Abrede zu stellen und die durch Silber darstellbaren Mosaikzeichnungen bei Thieren auf den Inhalt der Samenkanälchen zu beziehen, ein Irrthum, den übrigens *Regaud* (in Arch. d'Anat. microsc. T. 4 p. 114) in neuester Zeit selbst berichtigte. Es ist leicht festzustellen, dass insbesondere bei kleinen Thieren zusammenhängende Endothelbelege an der Aussenwand der im Uebrigen homogenen *Membrana propria* vorkommen, welche an Präparaten aus *Müller*'s Flüssigkeit ohne Silberbehandlung nachzuweisen sind. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Abbildungen, welche *Sertoli* (in Archivio per le Scienze med. 1877 Tav. IV) und *ich* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 31. Bd. Taf. XVI) gegeben haben und welche im Vergleich mit den dort vorausgehenden Figuren beweisen, dass es sich nicht um Verwechslungen mit Zellen im Innern der Samenkanälchen, deren Mosaik höchstens halb so grosse Elemente zeigt, handeln kann. Zwischen den Endothelzellen der *Membrana propria* finden sich nicht selten ästige Zellen mit mannigfach gestalteten Fortsätzen und polymorphen Kernen eingelagert, welche ich für Leukocyten halte.

Kein Elementartheil des Hodens ist Gegenstand so diametral entgegengesetzter Ansichten, wie die *Sertoli*'sche Zelle der gewundenen Samenkanälchen, was indessen nicht so sehr auf der Schwierigkeit des Gegenstandes, als vielmehr darauf beruht, dass an den — von vielen Forschern einseitig bevorzugten — Schnitten fixirter Hoden die *Sertoli*'sche Zelle, ausser an *Golgi*-Präparaten (*Retzius, Sclavunos, Böhm* und *v. Davidoff*), nicht genügend deutlich hervortritt. Die Fortsätze, welche zwischen den Samenzellen eingeschlossen sind, können leicht übersehen oder mit Gerinnseln und Zerfalls-

produkten der Samenzellen zusammengeworfen werden, während die kernhaltigen Theile der *Sertoli*'schen Zellen wie eine Entwicklungsform von Samenzellen erscheint. Dadurch werden die von *Biondi*, *Prenant*, *Niessing*, *Sanfelice*, *Tellyesniczky* und *Regaud* u. A. vertretenen Ansichten begreiflich. Dagegen ist es leicht, durch einfaches Zerzupfen frischer Samenkanälchen — namentlich vom Menschen — in physiologischer Kochsalzlösung, *Müller*'s Flüssigkeit u. s. w. charakteristische Bilder von ganzen *Sertoli*'schen Zellen (Fig. 1141) sich zu verschaffen, welche unmöglich, weder im Ganzen noch theilweise, als Gerinnsel erklärt werden können und anderseits mit Samenzellen irgend welcher Art gar keine Aehnlichkeit haben.

Immerhin ist ein Theil dessen, was *F. Merkel* (in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1871) an Schnitten als „Stützzellen" beschrieb, wie *v. Mihálkovics* zuerst hervorhob, als Gerinnsel anzusehen. Dagegen hatte *Sertoli* nur die eigentlichen Zellen im Auge und *v. la Valette St. George* gab bereits 1868 (in *Stricker*'s Handb. S. 527) gute Abbildungen von denselben. Auch ging *v. Mihálkovics* (1873) zu weit, indem er das von mir (1871) beschriebene „Keimnetz" ebenfalls als Gerinnsel erklärte. Was ich bei der Ratte als Keimnetz bezeichnete, waren die Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen, von welchen ich glaubte, dass sie zu einem Syncytium verschmolzen seien, das von zahlreichen Lücken durchsetzt ist, in welchen runde Zellen liegen. Dass die *Sertoli*'schen Zellen ein Syncytium bilden, wird in neuester Zeit wieder von *Regaud* (in Arch. d'Anat. microsc. 1901) angenommen. Doch handelt es sich nicht um ein solches, sondern um polygonale, epithelartig aneinander schliessende Zellen, wie *E. Neumann* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 11. Bd.) und *Sertoli* überzeugend nachwiesen. Dem Irrthume, dass die Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen verschmolzen seien, kann man bei Betrachtung von Flächenpräparaten leicht verfallen, indem die in das Protoplasma der *Sertoli*'schen Zellen eingedrückten Ursamenzellen oder Spermatogonien Nischen und Lücken erzeugen, welche die Grenzen der *Sertoli*'schen Zellen schwer erkennen lassen.

Die *Sertoli*'schen Zellen wurden bereits 1854 von *Koelliker* (in mikrosk. Anat.) als Fettkörnchen enthaltende, der *Membrana propria* aufsitzende Zellen erkannt; jedoch als Epithel der letzteren beschrieben. Die *Sertoli*'schen Zellen der Säugethiere stellen im nicht Samen produzirenden Hoden, wie bereits *Sertoli* (l. c.) hervorhebt, ein oft sehr regelmässiges Cylinderepithel dar; am schönsten so weit ich sehe, beim Fohlen (Fig. 1147 *e*), bei welchem die Ursamenzellen — grosse runde Zellen — mehr in der Mitte der Samenkanälchen liegen und daher die regelmässige Anordnung der Epithelzellen nicht stören, wie dies, abgesehen von den Wiederkäuern, bei den meisten Thieren der Fall ist, indem die Ursamenzellen zwischen den Epithelzellen ihre Lage haben. Der Gegensatz von Epithelzellen und grossen runden Ursamenzellen zeigt sich nach *Koelliker* (in Würzb. Verh. N. F. VIII 1874 und Erinnerungen S. 309) und *Nagel* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 34. Bd.) schon bei Embryonen von 13 mm Länge und es ist nicht richtig, wenn *Regaud* behauptet, dass in späteren Stadien alle Zellen des Samenkanälchens von derselben Beschaffenheit seien. Bei Embryonen jeden Alters von der Zeit, wo überhaupt die Samenkanälchen deutlich sind, bis zum Beginn der Spermatogenese findet man stets, neben cylindrischen Epithelzellen mit ellipsoidischen Kernen, in grösserer oder geringerer Zahl, allerdings nicht an jedem Durchschnitte eines Samenkanälchens, einzelne runde Zellen mit grossen, kugeligen Kernen, welche man als Ursamenzellen oder Sexualzellen bezeichnet. Ob aus den Epithelzellen Ursamenzellen hervorgehen, nachdem einmal die zweierlei Elemente da sind, ist schwer zu sagen. Bei Embryonen vermehren sich die Epithelzellen auf

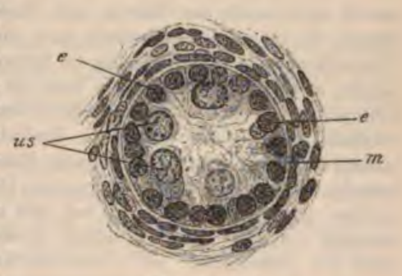


Fig. 1147.

Fig. 1147. Querschnitt durch ein gewundenes Samenkanälchen vom Fohlen. *Zenker*'s Flüss. Hämat. Eosin. Vergr. 700. *e* *Sertoli*'sche Epithelzellen; *m* *Membrana propria*; *us* Ursamenzellen.

mitotischem Wege und zeigen noch nicht die charakteristischen Kerne der *Sertoli*'schen Zellen des geschlechtsreifen Hodens. Es kann die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass aus solchen sich theilenden Epithelzellen beim Embryo neue Ursamenzellen sich bilden. Anderseits ist es wohl sicher, dass die Epithelzellen als solche eine bedeutende Vermehrung erfahren müssen, wenn man bedenkt, dass die Samenkanälchen an Umfang und Länge bis zur Geschlechtsreife erheblich zunehmen und die Grössenzunahme der Epithelzellen nicht ausreicht um die enorm sich vergrössernde Oberfläche zu decken. So beträgt z. B. der Durchmesser der Samenkanälchen beim Neugeborenen 0,04 mm, beim erwachsenen Manne 0,13—0,28, beim Fohlen 0,05, beim Hengste 0,20, beim Kätzchen 0,09, beim Kater 0,23 mm u. s. w. *Benda* (in Verh. d. anat. Gesellsch. III. 1889 und in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1898) behauptet mit Bestimmtheit, dass bei Embryonen die Ursamenzellen und Epithelzellen sich unabhängig von einander mitotisch vermehren, während *Prenant* die Ursamenzellen zu Grunde gehen lässt und die Samenzellen aus den Epithelzellen ableitet. Zur Zeit der vollen Samenbildung vermehren sich die *Sertoli*-schen Zellen — wenigstens bei der Ratte, bei der ich diesen Punkt möglichst sorgfältig untersuchte — weder auf mitotischem noch amitotischem Wege, wie ich den gegentheiligen Angaben *Regaud*'s gegenüber noch immer behaupten muss. Dies schliesst natürlich nicht aus, dass bei Degenerations- und Regenerationsprozessen in den Samenkanälchen die *Sertoli*'schen Zellen sich durch mitotische Theilung vermehren können, wie *P. Bouin* (in Arch. d'Anat. microscop. 1897) nachweist. Die *Sertoli*'schen Zellen sind die widerstandsfähigsten Elemente der Samenkanälchen und finden sich noch bei atrophischen und degenerativen Prozessen, wenn alle Samenzellen bereits verschwunden sind. Die eigenthümlichen Kernkörperchen der *Sertoli*'schen Zellen, deren Juxtanucleolarkörper zuerst *Hermann*, dann *Sanfelice, Loukianow* und jüngst *P. Bouin* (in Bibliogr. Anatom. Tom. VII. p. 242) behandelten, können sich, wie *Bouin* eingehend beschreibt, sammt dem Juxtanucleolarkörper unter pathologischen Bedingungen direkt theilen, worauf dann die Theilung der Kerne durch eine Art Spaltung folgt.

Sertoli'sche Zellen vom Charakter von Epithelzellen, wie bei den Säugethieren, finden sich auch bei Vögeln und Reptilien. Dagegen besitzen die Ichthyopsiden Elemente, die zwar morphologisch und physiologisch den *Sertoli*'schen Zellen der höheren Wirbelthiere als gleichwerthig zu betrachten sind, jedoch nicht in das Innere der Samenkanäle eindringende Fortsätze besitzen, sondern mehr platte Zellen darstellen, welche Gruppen von Samenzellen oft ganz umwachsen und so Umhüllungen derselben bilden, weshalb für sie der von *v. la Valette St. George* gewählte Name „Follikelzellen" bezeichnend ist. Die physiologische Bedeutung der *Sertoli*'schen oder der Follikelzellen besteht, wie in der später folgenden Darstellung der Spermatogenese weiter ausgeführt werden soll, darin, dass sie mit den sich entwickelnden Samenzellen eine innige Verbindung eingehen und denselben Ernährungsmaterial zuführen. Man hat sie deshalb auch als „Nährzellen" (*K. Peter* in Arch. f. mikr. Anat. 53. Bd.), besser „Samennährzellen" (*Grobben*) bezeichnet. Solche „Samennährzellen" finden sich nun nicht bloss bei den Wirbelthieren, sondern in den verschiedensten Klassen der Wirbellosen, wo sie zum Theil als „Spermatophore" schon lange bekannt sind. Es sind aber solche „Samennährzellen" nicht überall nachgewiesen; so fehlen sie z. B. nach *Gilson* (in La Cellule T. I et IV) unter den Arthropoden den Spinnen und Tausendfüsslern. Dagegen sind sie bei den Insekten sehr verbreitet und *C. de Bruyne* hat für *Hydrophilus* (in Verh. d. anat. Gesellsch. 13. Vers. 1899 S. 115) die Selbständigkeit der Nährzellen oder Follikelzellen gegenüber den Samenzellen sicher gestellt.

Das Hodennetz ist eine Einrichtung eigenthümlicher Art, für welche im Baue keiner anderen Drüse eine Analogie gefunden wird. Dies hängt wohl zweifellos mit der besonderen Entwicklung der ausführenden Samenwege zusammen. Die gewundenen Samenkanälchen entstehen aus der indifferenten Keimdrüsenanlage, beziehungsweise aus dem Keimepithel, welches von der Oberfläche in die Tiefe wächst, an Ort und Stelle, wie seit den eingehenden Untersuchungen *v. Mihálkovics*'s (1885) wohl sicher gestellt ist. Dagegen gehen die Kanäle des Nebenhodens aus der Umbildung eines Theiles der embryonalen Urniere hervor, deren Ausführungsgang, der sog. *Wolff*'sche Gang, zum Samenleiter wird. Es liegen also zwei von einander unabhängig entstehende Gangsysteme: einerseits die gewundenen Röhrchen der Hodenläppchen, anderseits der Neben-

noden mit dem Samengang vor, die sich sekundär verbinden. Wie dies geschieht, ist noch wenig aufgeklärt und schwer zu erforschen. Es giebt drei Möglichkeiten: 1. Das Hodennetz wächst von der Urniere aus und verbindet sich sekundär mit den Samenkanälchen (*Balbiani, Smiegelow, v. Mihálkovics*). 2. Es wächst von den Hodenläppchen aus und verbindet sich sekundär mit der Urniere beziehungsweise dem Nebenhoden (*Egli*). 3. Es entsteht selbständig im *Mediastinum testis* und setzt sich sekundär sowohl mit den Samenkanälchen als mit dem Nebenhoden in Verbindung. Der letzte Untersucher der Entwicklung der Geschlechtsdrüsen bei Säugethieren, *H. J. Coert* (Over de Ontwikkeling en den Bouw van de Geslachtsklier etc. 1898, Leiden), kommt nun in der That zu dem Resultate, dass das *Rete* selbständig in der tiefen Zone der Geschlechtsdrüsenanlage entsteht; in der ersten Anlage allerdings unter Betheiligung des Cölomepithels am proximalen Theile der Geschlechtsdrüse. Ich möchte mich mit Rücksicht auf die histologischen Befunde, welche einen ebenso unvermittelten Uebergang des mehr einem Lymphgefässnetze, als einem Drüsengangsystem, gleichenden Hodennetzes — einerseits in die Samenkanälchen, anderseits in die *Ductuli efferentes* ergeben, für diese dritte Möglichkeit, als die Wahrscheinlichste erklären, ohne selbst bestimmte Beweise dafür vorbringen zu können.

§ 291.

Samenfäden und Samen als Ganzes.

Die Samenfäden, Samenkörper, Samenthierchen, Spermatosomen, Spermatozoën, Spermatozoiden, Spermien werden, wie *Koelliker* zuerst eingehend nachwies, aus eigenthümlichen Zellen, den Samenzellen, welche in den Samenkanälchen des Hodens sich finden, gebildet, erreichen jedoch ihre völlige Ausbildung erst im Nebenhoden und Samengang. Um die völlig ausgebildeten Samenfäden, wie sie im Samen sich finden, von den noch unreifen des Hodens begrifflich zu trennen, haben *L. Auerbach* und *Waldeyer* in neuerer Zeit für die ersteren den Namen Spermien vorgeschlagen. Die reifen Samenkörper oder Spermien des Menschen und der Säugethiere stellen fadenförmige Gebilde mit einem dickeren Ende dem Kopfe, welcher grösstentheils aus dem Kerne einer Samenzelle hervorgeht, und einem geisselförmigen, beweglichen Anhange, dem Schwanze, dar. Die menschlichen Samenfäden sind im Ganzen 50—55 μ lang (Fig. 1148, *E*). Der Kopf ist von elliptischem Umrisse und dabei so abgeplattet, dass er in der vorderen Hälfte bedeutend dünner, als in der hinteren erscheint, und daher in der Profilansicht und in allen Mittelstellungen zwischen Profil- und Flächenansicht eine birnförmige Gestalt mit nach vorn gewendeter Spitze vortäuscht. Seine Grösse beträgt 4,3—5,2 in der Länge, 2,9—3,6 μ in der Breite, circa 0,5 μ am vorderen und 1,1 μ im hinteren Theile in der Dicke. Der Kopf erscheint im frischen Zustande homogen, besitzt ein ziemlich starkes Lichtbrechungsvermögen und zeigt daher einen fast fettartigen Glanz. In der reinen Flächenansicht erscheint der vordere dünne Theil des Kopfes bei mittlerer Einstellung matt, der hintere verdickte Theil glänzend und wie durch eine quere verwaschene Linie vom vorderen Theile abgegrenzt; eine Erscheinung, die sich durch die Reliefverhältnisse erklären lässt, die aber, wie Färbungsversuche lehren, auch mit Strukturverschiedenheiten zusammenhängt. An den in gewöhnlichen Kernfärbmitteln (Hämatoxylin, Saffranin etc.) gefärbten Köpfen bemerkt man in der reinen Profilansicht keinen Unterschied der Färbung am hinteren und vorderen Theile des Kopfes; in der Flächenansicht erscheint der vordere Theil fast

farblos und nur der hintere tief gefärbt, was sich aus der geringen Dicke des vorderen Theiles erklären lässt. Nach Hämatoxylineisenlackfärbung findet man aber an vielen Köpfen den vorderen platten Theil sowohl in der Profil- als Flächenansicht tief gefärbt, während der hintere verdickte Theil in der Profilstellung nur an seiner Oberfläche in der Flächenansicht fast gar nicht gefärbt erscheint (Fig. 1149, *A*, *B*). Das Innere des hinteren verdickten Theiles hält also den Färbestoff weniger fest, als der vordere platte Theil und der Rindentheil des hinteren Abschnittes muss daher wohl wesentlich anderer Natur sein. Bisweilen erhält man aber auch farblose vordere und stark gefärbte hintere Abschnitte (Fig. 1149, *C*, *D*). *A. Pappenheim* (in Biol. Centralbl. 20. Bd. S. 373) konnte mit *Romanowsky's* Kernfärbung eine rothe Tinktion des hinteren verdickten Theiles und eine Blaufärbung des vorderen Theiles und der Hülle erhalten. An den, ebene Platten darstellenden Samenfadenköpfen des Stieres konnte *E. Ballowitz* mit Gentianaviolett ein stärker färbbares „Hinterstück" und ein weniger färbbares „Vorderstück" unterscheiden; mit Rücksicht auf das angegebene Verhalten der Köpfe menschlicher Spermien kann man wohl auch diesen dieselben Abtheilungen zuschreiben. An den Samenfadenköpfen der Säugethiere lässt sich am vorderen Theile noch eine besondere Umhüllung, die Kopfkappe und ein Spitzenkörper (Akrosom) unterscheiden; sie sind an den Spermien des Menschen nicht sicher nachgewiesen. Beim Meerschweinchen ist das Akrosom und die Kopfkappe sehr gross (Fig. 1148, *B*), bei der Ratte geht das Akrosom in eine scharfe gebogene Spitze aus, deren konkaver Rand von einem Stäbchen, dem Hakenstäbchen *Jensen's* gestützt wird (Fig. 1150, *h s*).

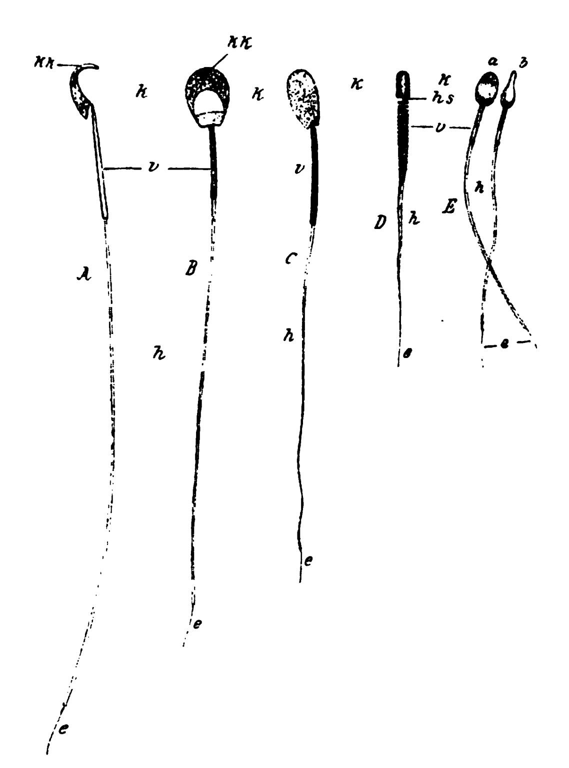


Fig. 1148.

Der Schwanz setzt sich beim Menschen verhältnissmässig breit (1 μ) an die Hinterseite des Kopfes an, wird aber gegen das freie Ende schmäler und

Fig. 1148. Spermien von Säugethieren theilweise nach *E. Ballowitz*. *A* Maus; *B* Meerschweinchen; *C* Stier; *D* *Vesperugo pipistrellus*; *E* Mensch, *a* von der Fläche, *b* Profil. Vergr. 700. *k* Kopf; *v* Verbindungsstück; *h* Hauptstück; *e* Endstück; *hs* in *D* Hals; *kk* in *A* und *B* Kopfkappe und Akrosom.

läuft in eine unmessbar feine Spitze aus. Man kann an demselben drei Abtheilungen unterscheiden, welche nach *G. Retzius* 1. als Verbindungsstück (Mittelstück *Schweigger—Seidel*), 2. als Hauptstück, 3. als Endstück bezeichnet werden. Diese Abtheilungen sind bei starker Vergrösserung in ihrer verschiedenen Dicke schon am frischen Objekte zu erkennen, treten durch entsprechende Färbungen aber noch deutlicher hervor. Die Länge des Verbindungsstückes beträgt 5—6 μ, die des Hauptstückes 40—45 μ, die des Endstückes etwa 6 μ. Der feinere Bau des Schwanzes ist ein ziemlich verwickelter. Wie *Eimer* entdeckte, bildet die Grundlage des Schwanzes ein centraler Faden, der Achsenfaden (*v. Brunn*), welchem im Bereiche des

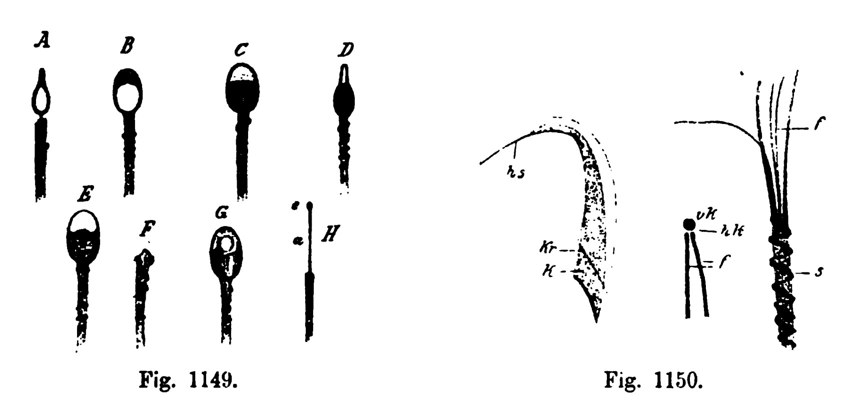


Fig. 1149. Fig. 1150.

Verbindungs- und Hauptstückes besondere Umhüllungen zukommen. Nur das von *Retzius* entdeckte Endstück stellt den nackten Achsenfaden dar. Der Kopf der Spermie wird nicht, wie *Eimer* glaubte, vom Achsenfaden durchsetzt, letzterer endet vielmehr an der Hinterseite des Kopfes in einer seichten Vertiefung mit einer Verdickung, die zum Unterschiede von einer zweiten hinter der genannten liegenden und als hinterer Endknopf bezeichneten Verdickung — als vorderer Endknopf (*Meves*) benannt wird (Fig. 1149, *H, e*). Nach den Untersuchungen von *Meves* (in Verh. d. anat. Ges. XII. 1898, S. 91) entsteht der vordere Endknopf aus einem der beiden Centralkörper der Samenzelle, während der hintere Endknopf und ein Theil des Verbindungsstückes aus

Fig 1149. Kopfende getrockneter menschlicher Spermien. Mit homogener Immersion Num. Ap. 1,40 gezeichnet. *A—D* mit Eisenhämatoxylin, *E—G* mit Methylviolett gefärbt. *A* und *B* Vorderstück des Kopfes gefärbt, Hinterstück nur in seinem Rindentheil; *A* und *D* Profilstellung; *C* und *D* Vorderstück fast farblos, Hinterstück tief gefärbt; *E* und *G* ebenso; *F* Verbindungsstück knapp vom Kopfe losgelöst; im Vorderstück von *G* eine Vakuole. An den Verbindungsstücken in *A—G* tief gefärbte quere Streifen (Spiralfaden?); *H* macerirtes Verbindungsstück eines menschlichen Samenfadens nach *Jensen*; *a* isolirter Achsenfaden; *e* Endknopf.

Fig. 1150. Von Samenfäden der Ratte nach *Jensen*, Macerationspräparate, starke Vergrösserung. Links: Kopf, *hs* Hakenstäbchen in Verbindung mit der Kopfkappe; *k* hinterer Theil des eigentlichen Kopfes; *kr* hinterer Rand der Kopfkappe. Mitte: *f* die zwei Hauptfäden des Achsenfadens nach vorn in den hinteren *hk* und den vorderen Endknopf *vk* übergehend. Rechts: *f* Achsenfaden in Fibrillen aufgelöst; *s* Spiralfaden des Verbindungsstückes.

dem zweiten Centralkörper hervorgeht (siehe unten). Der bei noch nicht ganz reifen Samenfäden erkennbare, kugelige von *Jensen* entdeckte hintere Endknopf des Achsenfadens ist an Spermien des Menschen noch nicht, wohl aber an Spermien von Thieren, insbesondere bei der Ratte nachgewiesen (Fig. 1150). Der Achsenfaden lässt sich, wie *Jensen* und *E. Ballowitz* feststellten, ebenso wie der hintere Endknopf in zwei Hälften zerlegen und ausserdem gelingt es durch Maceration die Hälften des Achsenfadens noch in mehrere äusserst feine Fibrillen zu spalten (Fig. 1150, rechts). Ob jedoch der Achsenfaden, wie *E. Ballowitz* glaubt, aus zwei mit einander einfach verkitteten Hauptfäden, die ihrerseits noch aus Fibrillen sich aufbauen, besteht oder aber ein röhrenförmiges Gebilde ist, wie *Jensen* annimmt, lässt sich wohl schwer entscheiden. Im Bereiche des Verbindungsstückes ist dem Achsenfaden eine Substanz aufgelagert, die sich bei Thieren nach *Jensen* und *E. Ballowitz* in einen enge gewundenen Spiralfaden auflösen soll (Fig. 1150, *s*), dessen Windungen am frischen Objekte durch einen Kitt unter einander verbunden seien. Am Verbindungsstücke menschlicher Spermien sind durch Färbung mit Methylviolett oder Hämatoxylineisenlack wenigstens Querstreifen (meistens 5—6) zu erkennen, welche vielleicht auf einen Spiralfaden zu beziehen sind (Fig. 1149). Auch am Hauptstücke des Schwanzes lässt sich bei Säugethieren eine dünne Umhüllung des Achsenfadens nachweisen. Dieselbe soll gleichfalls aus einem Spiralfaden bestehen, wie *W. Krause* zuerst angab.

Die Samenfäden der Säugethiere sind, obwohl im Wesentlichen ganz ähnlich, wie die des Menschen gebaut, doch in ihren Formen höchst mannigfaltig und charakteristisch verschieden. Meist stellen die Köpfe ebene Platten dar, die im Profile wie Stäbchen aussehen, jedoch verschiedenartige, auch asymmetrische Formen zeigen. So stellen die Samenfadenköpfe des Stieres vorne abgerundete, hinten etwas verschmälerte, gegen das Verbindungsstück quer oder etwas konkav abgestutzte Platten dar (Fig. 1148, *C*), die der Ratte und der Maus sind asymmetrisch wie Sicheln oder bauchige Messer (Fig. 1148, *A*), jene des Meerschweinchens zeigen eine löffelförmige Gestalt, wobei das vordere Löffelende durch ein besonders gestaltetes Akrosom mit Kopfkappe (Fig. 1148, *B*) gebildet wird. Sehr eigenthümlich sind die mit einer Art Bügel versehenen Köpfe der Beutelthierspermatozoën. Während die Samenfäden der Ratten und Mäuse zwar nicht bezüglich der Normalebene auf die Fläche des Kopfes, wohl aber bezüglich einer durch diese Kopfebene selbst gehenden Fläche symmetrisch sind, haben die Samenfäden des Meerschweinchens nach der Beschreibung von *Meves* keinerlei bilaterale Symmetrie, da der Schwanz sich nicht an der Mitte des Hinterrandes des nach der Fläche gekrümmten Kopfes, sondern seitlich ansetzt. Ein besonderes Interesse bieten die mit einem — einer Stichschaufel ähnlichen Kopfe versehenen Samenfäden der Fledermäuse (Fig. 1148, *D*). An diesen findet sich, wie *Eimer* entdeckte, zwischen Kopf und Verbindungsstück ein deutlicher Zwischenraum, ein „Hals" (Fig. 1148, *D*, *hs*), durch welchen nur der Achsenfaden hindurch geht und *E. Ballowitz* gründet auf die Beobachtung an solchen lebenden Samenfäden, in welchen er während der Bewegung ein Verschwinden des Halses auf einer Seite zwischen Kopf und Verbindungsstück zu sehen glaubte, vorzüglich seine Annahme, dass der Achsenfaden und nicht die Hüllen von Verbindungs- und Hauptstück der kontraktile

Theil des Schwanzes seien. Dass der Kopf der Spermien bei den Bewegungen eine passive Rolle spielt und seine Form nicht verändert, darüber sind alle neueren Beobachter, mit Ausnahme *v. Bardeleben*'s (in Verh. d. anatom. Ges. V. 1891, S. 162) einig, da man wohl abgebrochene Schwänze, niemals aber Köpfe ohne Schwänze sich bewegen sieht. Die Samenfäden der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische zeigen sehr mannigfaltige Formverhältnisse. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Köpfe derselben nicht platt, wie bei den Säugethieren, sondern in der Regel mehr walzenförmig zugespitzt oder rundlich sind. Bei den Vögeln finden sich zwei Haupttypen. Schraubenförmige Köpfe bei den Singvögeln (Fig. 1151, *A*), deren Grundlage ein spiralig gedrehter Stab mit darum gewundener, flacher, nach vorn zugespitzter Schneide ist; mehr walzenförmige Köpfe vorn mit einem Spiesse bei den übrigen Vögeln, wie z. B. beim Haushahne (Fig. 1151, *B*). Die letztere Form ist auch, so weit bekannt, bei den Reptilien die gewöhnliche (Fig. 1151, *C*). Unter den Amphibien kommen den Fröschen stabförmige, zugespitzte, gerade, den Urodelen etwas gebogene mit einer scharfen, mit Widerhaken versehene Spitze ausgestattete Köpfe zu (Fig. 1151, *D*). Die Knochenfische haben meist rundliche (Fig. 1151, *E*), die Störe an eine Mooskapsel mit Deckel (Fig. 1151, *F*) erinnernde, die Plagiostomen (Fig. 1151, *G*) spiralig gedrehte Köpfe.

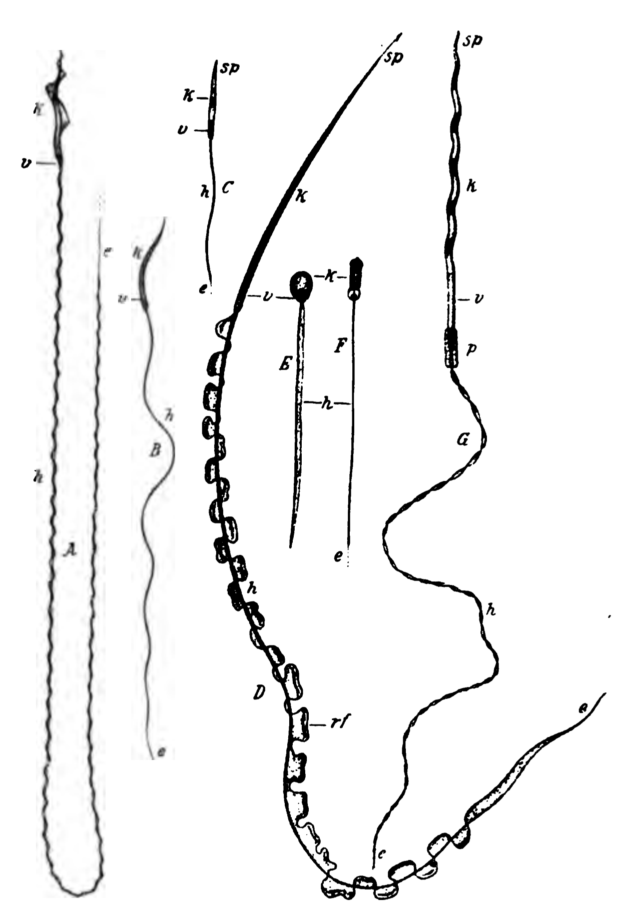


Fig. 1151.

Fig. 1151. Spermatozoën verschiedener Wirbelthiere mit geringen Aenderungen nach *E. Ballowitz*. Vergr. 700. *A* Buchfink (*Fringilla coelebs*); *B* Haushahn; *C* Blindschleiche; *D* *Triton marmoratus*; *E* Hecht; *F* *Acipenser sturio*; *G* *Raja clavata*; *k* Kopf; *v* Verbindungsstück; *h* Hauptstück; *e* Endstück; *rf* Randfaden der Membran; *sp* Spitzenstück (Spiess) in *D*; *p* in *G* Protoplasmamasse an der Grenze von Verbindungs- und Hauptstück.

Die Schwänze sind zum Theile ähnlich gebaut, wie bei den Säugern, doch sind die Verbindungsstücke in der Regel am Kopfe nicht scharf abgesetzt und erscheinen wie eine hintere Verlängerung desselben und dabei meistens viel kürzer als bei den Säugern (vergl. Fig. 1148 und 1151). Höchst auffällige Verhältnisse zeigt der zuerst von *I. N. Czermak* genauer studierte Schwanz der grossen Samenkörper der Urodelen. Bei diesen Thieren erhebt sich vom Verbindungsstücke an eine ziemlich breite Membran, welche gegen das Endstück in eine Art Steuerflosse übergeht. Die Membran ist im Hauptstücke an einem geraden, nach den neueren Untersuchungen von *Meves* im Querschnitte rinnenförmigen Faden befestigt; ihr freier, gegenüber liegender Rand ist aber viel länger als der gerade Faden und in vielfache, wellige Biegungen gelegt (Fig. 1151, *D*), welche zu der Täuschung Anlass geben, als schlinge sich ein Spiralfaden um das Hauptstück; eine Täuschung, die um so leichter ist, als der wellig gebogene Rand der dünnen Membran von einem verdickten „Randfaden" gebildet wird, der am frischen Präparate viel deutlicher in die Augen fällt, als die äusserst zarte Membran, die leicht übersehen werden kann. Der Randfaden geht in das fadenförmige Endstück des Schwanzes über und lässt sich durch Maceration in Fibrillen zerlegen ähnlich, wie der Achsenfaden der Säugethierspermatozoën. Ganz eigenthümlich gebaut sind die Samenfäden der Unke (Bombinator). Hier hat der Kopf die Gestalt einer schwach gekrümmten Spindel, welcher von einem stabförmigen Achsengebilde, dem „Spiess" durchsetzt wird. Am Vorderende des Kopfes ragt der hier etwas sich verdickende Spiess mit abgerundetem Ende hervor. Der Schwanz entspringt nahe am Vorderende des Kopfes aus fast unveränderten Centralkörpern (*Ivar Broman*) und verläuft, dem Kopfe meist fest anliegend, nach hinten und setzt sich über das zugespitzte Hinterende des Kopfes frei fort. Der Schwanz besteht aus einem geraden „Stützfaden" und einem wellig gebogenen „Bewegungsfaden", der über den Stützfaden hinaus reicht. Beide Fäden sind durch eine undulierende Membran, ähnlich wie bei den Urodelen, verbunden. Membranbildungen an den Schwänzen kommen auch bei Bufoarten und einigen Knochenfischen vor. *Heneage-Gibbes* und *W. Krause* wollten diese Befunde auch auf die Spermien anderer Thiere, insbesondere der Säugethiere und des Menschen, übertragen. Indessen ist bei diesen höchstens ein Spiralfaden vorhanden, der das Verbindungs- und Hauptstück umwickelt, aber, wie schon *G. Retzius* feststellte, sicher keine Membran, welche sich zwischen zwei Fäden ausspannt.

Ueber die Samenkörper der wirbellosen Thiere sei bemerkt, dass ähnliche Formen, wie bei Fischen und Fröschen, sehr verbreitet sind, dass es aber auch Samenkörper giebt, welche von der Fadenform total abweichen. So z. B. die strahlenförmigen Samenkörper der Decapoden und die, amöboiden Zellen ähnlichen, mit konischem, homogenem Anhange versehenen Samenkörper der Nematoden. Noch immer räthselhaft ist das Vorkommen von zweierlei auffällig verschiedenen Samenkörpern bei einigen Schnecken (*Paludina*, *Murex* etc.).

Der Samen als Ganzes betrachtet ist, wie er im *Ductus deferens* sich findet, eine weissliche, zähe, geruchlose Masse, die fast nur aus Samenfäden besteht, und zwischen denselben äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit enthält. Die chemische Zusammensetzung dieses reinen Samens ist beim Menschen noch nicht erforscht, dagegen wissen wir durch *Miescher*

vom Samen des Lachses, dass die Samenfadenköpfe grössten Theils aus Nuclein-Protamin bestehen, und dass im Samen auch Eiweiss, Lecithin, Fett, Cholesterin, Guanin und Sarkin enthalten sind. *Koelliker* fand im reifen Samen des Stieres: Wasser 82,05, feste Substanz 17,94. Von dieser kamen auf die Eiweisskörper der Samenfäden 13,138, auf phosphorhaltiges Fett 2,165, Salze 2,637. Nach *Miescher* enthalten die Samenfadenköpfe des Stieres Nuclein, Eiweiss und eine nicht näher studirte schwefelreiche Substanz. — Der entleerte Samen ist ein Gemenge reinen Samens und der Absonderungen der Ampullen der Samenleiter, der Samenbläschen, der *Prostata* und *Cowper*'schen Drüsen. Derselbe ist eher farblos, schillernd, von alkalischer Reaction und eigenthümlichem Geruche; bei der Entleerung zähflüssig und klebrig wie Eiweiss, wird derselbe beim Erkalten gallertartig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und flüssig. Mikroskopisch untersucht findet man in demselben neben den Spermien eine ziemliche Menge einer hellen Flüssigkeit, die bei Wasserzusatz in unregelmässigen, weisslichen Flocken und Fetzen erscheint und unzweifelhaft vorzüglich aus den Samenbläschen stammt. Dieser gerinnende Stoff, den *Henle* als Fibrin bezeichnete und *Lehmann* für Natronalbuminat hält, ist von *Vauquelin*, der menschlichen entleerten Samen untersuchte, zusammen mit der Substanz der Samenfäden als *Spermatin* bezeichnet worden, wovon er 6 Proz. fand, während sonst noch 90 Proz. Wasser, 3 Proz. Erdphosphate und 1 Proz. Natron vorhanden waren.

Eine eigenthümliche Base, das Spermin, stellte *Schreiner* (in Annal. d. Chem. 194. Bd. S. 68) aus dem menschlichen Sperma dar, welche dem Diaethylendiamin (Piperazin) in ihrer Zusammensetzuug nahe steht, jedoch mit demselben nicht identisch ist. Das Spermin findet sich nicht bloss im Samen, sondern in vielen Organen und im Eiter. Die freie Base und ihre basischen, nicht aber die sauren Salze zeigen Spermageruch. Die von *Boettcher* im Sperma beobachteten Krystalle sollen aus Sperminphosphat bestehen. Ob sie mit den bei Leukämie und Asthma von *Zenker, Charcot* und *Leyden* beschriebenen Krystallen identisch sind, ist zweifelhaft und wird von *Lewy* (in Festschr. f. Lazarus, Berlin 1899) bestritten. Wie *P. Fürbringer* nachwies, lassen sich die *Boettcher*'schen Krystalle aus Prostatasekret darstellen und dieselben können daher nicht ausschliesslich aus den Hodenepithelien, wie *Lubarsch* behauptete, abstammen. — Nach *A. Lode* (in *Pflüger*'s Arch. 50. Bd.) enthält ein Kubikmillimeter ejaculirten Samens im Durchschnitte 60876 Samenfäden. Die Samenfäden sind sehr widerstandsfähig und verändern beim Eintrocknen ihre Form nicht. Dieselben lassen sich in Samenflecken noch nach langer Zeit beim Aufweichen derselben nachweisen, widerstehen in Wasser und thierischen Flüssigkeiten der Fäulniss sehr lange (*Donnê* sah sie noch nach drei Monaten in faulem Harne) und bleiben selbst beim Glühen der Form nach unverändert zurück (*Valentin*). Die folgenden Angaben *Koelliker's* beziehen sich auf die Samenfäden des Stieres: Konzentrirte Schwefelsäure färbt den Samen gelblich, löst jedoch selbst in 24 Stunden die Samenfäden nicht. In Traubenzucker und H_2SO_4 wird der Samen purpurroth, doch betrifft die Färbung nur die Zwischensubstanz. Konzentrirte Salpetersäure färbt das *Sperma* gelblich und, wie es scheint, auch die Samenfäden etwas, die, ausser dass sie etwas schrumpfen, selbst nach 24 Stunden unverändert erscheinen.

Zwei Minuten lang mit HNO_3 gekocht, lösen sich die Fäden ebenfalls nicht. Salzsäure verändert in der Kälte die Fäden nicht. Nach dem Kochen sind die Körper noch da, aber ungemein blass, während die Fäden geschrumpft erscheinen. Mit *Millon's* Reagens gekocht erscheint der Samen röthlich bis roth, und scheinen auch die Samenfäden etwas gefärbt. *Acidum aceticum glaciale* wirkt weder in der Kälte noch nach anhaltendem Kochen und halten sich die Samenfäden Wochen lang in dieser Säure. Viel stärker als die Säuren greifen kaustische Alkalien ein, doch wirken auch sie in der Kälte fast nicht, man mag 1 % oder 35 % Lösungen anwenden. Bei erhöhter Temperatur lösen sich erst die Fäden und viel später die Körper, letztere auch in 35 % Lösungen langsam.

Die Bewegungen der Samenfäden fehlen im reinen Samen oft, da derselbe zu wenig Flüssigkeit enthält, vielmehr treten dieselben erst im Inhalte der Samenbläschen und im entleerten Samen auf oder wenn man reinen Samen verdünnt. Dieselben kommen einzig und allein durch abwechselndes Zusammenkrümmen und Ausstrecken oder schlängelnde Bewegungen der fadenförmigen Anhänge zu Stande und bewirken so, wenigstens beim Menschen und bei Säugethieren, lebhafte und mannigfache schlängelnde, drehende, zuckende Ortsbewegungen, wobei der Kopf immer vorangeht, dass man früher die Samenelemente für Thiere nahm. Die Bewegung ist eine so rasche, dass nach den Messungen von *Henle* und *Lott* die Samenfäden in der Sekunde einen Weg von 0,06 mm zurücklegen. Nach *Eimer* ist die Bewegung regelmässig eine rotirende, indem der Schwanz nach Art eines Propellers den Kopf vorwärts treibt. Dies wird jedoch von *Hensen* widersprochen, da man auch Samenfäden ohne Rotation sich bewegen sieht. Doch ist die drehende Bewegung jedenfalls häufiger zu sehen, als die einfach schlängelnde. — Die Dauer der Bewegungen richtet sich nach verschiedenen Umständen. In Leichen nimmt man dieselbe nicht selten 12—24 Stunden nach dem Tode noch wahr (*Valentin* sah sie einmal schwach noch nach 84 Stunden), und in den weiblichen Genitalien bewegen sie sich bei Säugethieren noch nach 7 und 8 Tagen; ja bei den Fledermäusen (*Vesperugo*) findet man sogar während des ganzen Winters den Uterus von beweglichen Samenfäden erfüllt. Nach *Piersol* (in Anat. Anz. 8. Bd. S. 299) zeigt menschliches Sperma, das bei 7—9° C. aufbewahrt wird, noch nach 8—9 Tagen Samenfäden, welche sich bei 24° C. bewegen. Wasser macht die Bewegungen bald aufhören, und rollen sich nicht selten die Fäden schlingenförmig oder ösenartig auf. In diesem Zustande sind jedoch die Samenfäden nicht todt, wie man früher allgemein annahm, indem es, wie *Koelliker* fand, gelingt, dieselben durch Zusatz konzentrirterer Lösungen von Salzen, Zucker, Eiweiss, Harnstoff etc. wieder zu beleben. Alle thierischen Flüssigkeiten von alkalischer Reaktion und mässiger Konzentration sind den Bewegungen der Samenfäden günstig, wogegen saure oder zu dünne Lösungen, wie der Harn, saure Milch, saurer Schleim, verdünnte Galle, eine schädliche Einwirkung haben. Lösungen mehr indifferenter Substanzen, wie von Zucker, Eiweiss, Glycerin, Amygdalin, Harnstoff sind unschädlich, wenn sie mässig konzentrirt sind, schädlich, wenn sie zu verdünnt oder zu concentrirt sind. Im letzteren Falle bringt Wasser, im ersteren Zusatz einer beliebigen konzentrirten, an und für sich nicht

schädlichen Substanz die Samenfäden wieder zum Leben. Genau in derselben Weise wirken alkalische Salze von neutraler Reaktion. So wirkt günstig Kochsalz von 1 %, Glaubersalz und Bittersalz bei 3 %. Lösungen darüber und darunter heben die Bewegungen auf, doch lassen sich auch in diesem Falle die Samenfäden in derselben Weise, wie vorhin angegeben, wieder beleben. Säuren, Metallsalze, kaustische Alkalien sind schädlich, doch geht bei den letztgenannten Substanzen *Koelliker's* Erfahrungen zufolge der ungünstigen Einwirkung ein Zustand der Erregung, der lebhafteren Bewegung voran, so dass das kaustische Kali und Natron als eigentliche Erreger der Samenfäden bezeichnet werden können. Narcotica sind nur dann ungünstig, wenn sie auf die chemische Zusammensetzung der Samenfäden einwirken oder zu verdünnt oder zu konzentrirt sind. Alkohol, Aether, Oele, Kreosot, Chloroform, Gerbstoff etc. sind schädlich. Für weitere Einzelnheiten siehe *Koelliker's* schon erwähnte Abhandlung und die Untersuchungen von *Quatrefages* und *Eimer*. Kälte hebt die Bewegungen der Samenfäden auf, ebenso eine Temperatur von + 42 — 45° R., doch kommen Samenfäden, wenn die Temperatur nicht zu niedrig war, in der Wärme wieder zur Bewegung.

Der Bau der Umhüllung des Achsenfadens im Bereiche des Verbindungs- und Hauptstückes der Spermien ist keineswegs leicht aufzudecken. *Eimer* hatte bei Fledermäusen eine Protoplasmahülle, welche sich durch Maceration in quere über einander geschichtete Stücke zerlegen lässt, zu finden geglaubt, während *E. Ballowitz* einen eng gewundenen Spiralfaden sieht. Da Verbindungs- und Hauptstück bei der Fledermaus, wie *Eimer* zeigte, abgeplattet sind, ist das Vorhandensein eines Spiralfadens wenig wahrscheinlich. Dass dichtstehende Einkerbungen, welche senkrecht oder gar schräg zur Achse des Fadens stehen, leicht den Eindruck von Spiralen erregen, ist begreiflich (Fig. 1148, *D*). Ich konnte an den Verbindungsstücken der Spermien aus dem Uterus von Fledermäusen nicht die Ueberzeugung von dem Vorhandensein eines Spiralfadens gewinnen. An vielen schien, namentlich nach Färbung mit Saffranin oder Methylviolett die Spirale mit Apochromat 2 mm und numerischer Apertur 1,30 sehr deutlich; wenn jedoch derselbe Samenfaden mit einem noch stärkeren Objektive (num. Apert. 1,40) angesehen wurde, konnten nur alternirende Einkerbungen, aber keine Spiralen gesehen werden. Es scheint mir daher die erste Schilderung *Eimer's* ganz richtig zu sein. Die abgelösten Spiralfäden, wie sie *Jensen* und *Ballowitz*, insbesondere bei der Maceration der noch nicht ganz reifen Samenfäden der Ratte zu finden glaubten, scheinen mir ebenfalls verdächtig. Auch hier handelt es sich vielleicht nur um eine mit Einkerbungen besetzte, theilweise abgelöste Hülle des Achsenfadens, welche eine Spirale vortäuscht. Häufig sehe ich nur eine sehr regelmässige Querstreifung der Hülle; ebenso oft, namentlich nach stärkerer Maceration, erhalte ich den Eindruck einer engen Spirale. — An der Grenze von Verbindungs- und Hauptstück fand *Jensen* bei der Ratte einen die Umhüllung des Verbindungsstückes abschliessenden Ring, der mit Rücksicht auf die Entwicklung der Samenfäden von Bedeutung ist. — Noch mehr als die Struktur des Schwanzes erscheint der Bau des Spermienkopfes, der als Träger des Kernchromatins bei der Befruchtung die wesentlichste Rolle spielt, von besonderem Interesse. Der frisch meistens homogen aussehende Kopf ist dennoch von komplizirter Zusammensetzung und ist keineswegs eine durchaus gleichmässige Chromatinmasse. Aber es ist vor allem mit Rücksicht auf die *Weismann'sche* Keimplasmatheorie, welche individualisirte Chromatinkörner als Träger der Vererbung bestimmter Eigenschaften anzunehmen geneigt ist, hervor zu heben, dass in den Spermien in keiner Weise individualisirtes Chromatin (Chromosomen) nachzuweisen ist, dass vielmehr das Chromatin als eine gleichmässig diffuse Substanz vorzüglich im hinteren Theile des Kopfes der Samenfäden sich findet und dass auch während der Entwicklung der Köpfe nichts dafür spricht, dass dieses diffuse Chromatin etwa als eine dichte Anhäufung individualisirter Chromosomen zu

betrachten sei. Natürlich beweist dies nichts gegen die *Weismann*'sche Keimplasmatheorie, aber es entzieht ihr die von *Weismann*'s Schülern im Bau und der Entwicklung der Geschlechtszellen und im morphologischen Vorgang der Befruchtung gesuchte Stütze.

§ 292.

Von den Samenzellen im Allgemeinen.

Vor der Geschlechtsreife enthalten die gewundenen Samenkanälchen ausser den in § 290 bereits geschilderten *Sertoli*'schen Epithelzellen nur runde Zellen, welche wegen ihrer Beziehungen zur Bildung der Samenfäden im Allgemeinen als Samenzellen bezeichnet werden. Da jedoch diese Rundzellen grössten Theils wieder zu Grunde gehen, ohne Samenfäden aus sich hervorgehen zu lassen, so kann man sie — trotz ihrer morphologischen Uebereinstimmung mit echten Samenzellen als Vorsamenzellen (*Cellules prèseminifères*, *Prenant*) bezeichnen.

Die Ruheform der Samenzellen, wenn man dieselben aus den Samenkanälchen frisch isolirt und in indifferenten Zusatzflüssigkeiten untersucht, ist in der Regel die einer Kugel. Der Durchmesser derselben schwankt zwischen 5—20 μ, das Protoplasma erscheint durchsichtig, von spärlichen, blassen Körnchen durchsetzt und enthält in einem Theile der Samenzellen ein grösseres, stärker lichtbrechendes Körperchen. Grössere Fettkörnchen fehlen, zum Unterschiede von den *Sertoli*'schen Zellen, in den Samenzellen unter normalen Verhältnissen durchaus. Die Samenzellen besitzen runde Kerne von 5—8 μ Durchmesser, welche jedoch im ganz frischen Objekte nur undeutlich hervortreten. Die Samenzellen sind sehr wasserreich und zeigen, wie *v. la Valette St. George* entdeckte, amöboide Bewegungen, welche jedoch nicht, wie bei den amöboiden Leukocyten, mit der Bildung von spitzen, oft ästigen Fortsätzen, sondern mit Vortreibung plumper, abgerundeter Buckel einhergehen; ein Bewegungsmodus, der übrigens auch bei Leukocyten nach stärkerer Wasseraufnahme vorkommt. Unter Umständen können die Samenzellen jedoch auch feine, äusserst dünne pseudopodienartige Fäden ausstrecken und wieder langsam einziehen. Mit der besonders weichen, wasserreichen Beschaffenheit des Protoplasma der Samenzellen, die durch Zusatzflüssigkeiten noch erhöht werden kann, hängt es zusammen, dass dieselben in *Humor aqueus*, Serum oder auch physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt, sehr leicht unter einander zusammenfliessen und dann grössere Kugeln bis zu 67 μ Durchmesser bilden, welche wie vielkernige Cysten erscheinen und früher für normale Bildungen gehalten wurden. Besonders zahlreich finden sie sich unter diesen Umständen bei jungen Thieren, welche eben geschlechtsreif geworden sind. Sie fehlen in der Regel in fixirten Hodenpräparaten und ebenso in Hoden, welche längere Zeit nach dem Tode untersucht werden und in welchen durch das Absterben das Protoplasma theilweise geronnen ist. Mit dem Absterben der Zellen treten auch die Kerne deutlich hervor und man kann nun, noch besser bei Essigsäurezusatz, wie zuerst *Henle* bemerkte, deutlich zweierlei Samenzellen unterscheiden: solche mit glatten Kernen, welche nur ein äusserst zartes Kerngerüst zeigen und solche mit einem grobbalkigen Kerngerüste, das bei schwächerer Vergrösserung wie aus Körnern

bestehend erscheint. Die glatten Kernformen finden sich nur bei kleinen, etwa 6—8 μ grossen Zellen, während die grobbalkigen Kerne bei den grossen, aber auch bei einem Theile der kleinen Zellen sich finden (Fig. 1141, *C, D*).

Wie im nächsten Paragraphen näher ausgeführt werden soll, gehen *Henle*'s Zellen mit grobgranulirten Kernen aus kleineren solchen hervor, während die Zellen mit glatten Kernen durch Theilung aus den ersteren entstehen. Man bezeichnet nach einer zuerst von *v. la Valette St. George*, sowie von *Semper* und *W. Voigt* eingeführten Nomenklatur die Samenzellen in ihrer Generationsfolge 1. als Spermatogonien, 2. als Spermatocyten, 3. als Spermatiden. Letztere wandeln sich dann direkt in die Samenfäden um.

Im samenbildenden Hoden finden sich, ausser den runden Samenzellen, noch mannigfaltige Entwicklungsstadien von Samenfäden, welche an frischen Zupfpräparaten, theils isolirt, theils zu Gruppen bis zu 12 und mehr vereint zur Beobachtung kommen. Diese Gruppen haben, soweit es sich um bereits weiter fortgeschrittene Entwicklungsstadien handelt, das Eigenthümliche, dass, wie Schnitte fixirter Präparate ergeben, die Köpfe der Samenfäden sämmtlich gegen die *Membrana propria* der Samenkanälchen gerichtet sind. Die Köpfe und Verbindungsstücke dieser in Gruppen vereinten Samenfäden erscheinen durch eine körnige Masse zusammengehalten, welche nicht selten unterhalb der Köpfe den charakteristischen Kern einer *Sertoli*'schen Zelle erkennen lässt. Diese, aus in Bildung begriffenen Samenfäden und *Sertoli*'schen Zellen zusammengesetzten Zellenstöcke wurden von mir als Spermatoblasten bezeichnet. Leider ist von *Klein* (in Centralbl. f. med. Wissensch. 1880) und ihm folgend namentlich von französischen Autoren der Name Spermatoblast auf die Spermatiden übertragen worden, wodurch leicht Missverständnisse entstehen können. Wo in der Entwicklung weiter fortgeschrittene Samenfäden völlig isolirt sind, findet man an dem Verbindungsstücke derselben lappige, blasse Anhänge. Endlich findet man an Isolationspräparaten blasse Kugeln mit Körnchen und Fett-



Fig. 1152.

Fig. 1152. Samenkanälchen der Ratte im Querschnitt. *Flemming*'s Gemisch. Saffranin. Vergr. 140. Vergl. Schema Fig. 1156 *H*. *Sr* Kerne *Sertoli*'scher Zellen; *g* Gefässe; *i* interstitielle Zellen; *k* Fett- und tingible Körnchen; *m* *Membrana propria*; *m'* ebenso von Nachbarkanälchen; *sc* Spermatocyten; *sf* Köpfe der abgestossenen Samenfäden; *sp* Spermatogonien; *st* Spermatiden.

tropfen, endlich homogene Kugeln, welche wie Eiweisstropfen erscheinen. Die genetischen Beziehungen aller dieser summarisch aufgeführten Bildungen an frischen Isolationspräparaten allein fest zu stellen, ist nicht möglich; wohl gelingt dies aber unter Beiziehung von Isolationspräparaten von in *Müller's* Flüssigkeit, $^1/_3$ Alkohol, verdünnter Chromsäure u. s. w. schwach erhärteten Hodenstücken und vor allem mit Zuhilfenahme eines sorgfältigen Studiums von Schnitten fixirter und gefärbter Präparate. Dasselbe ergiebt, dass die auf einander folgenden Entwicklungsstadien der Samenzellen topographisch so geordnet sind, dass wenigstens bei Säugethieren, bei welchen die Spermatogenese in vollem Gange ist, dieselben im Verlaufe eines und desselben Samenkanälchens sich kontinuirlich folgen. Dagegen sind auf einem Querschnitte eines Samenkanälchens, von aussen nach innen sich folgend, mehrere Generationen von Samenzellen, welche unvermittelt neben einander stehen (Fig. 1152), zu finden. Sehr oft und eingehend untersucht ist der Hoden der Ratte, der daher auch der folgenden Darstellung zu Grunde gelegt werden soll, doch zeigen alle bisher sorgfältiger untersuchten Säugethiere, auch die Beutelthiere nicht ausgenommen, wesentlich dasselbe Verhalten. Im Hoden des Menschen ist dagegen wohl niemals die Spermatogenese in allen Samenkanälchen im vollen Gange und stets findet man Abschnitte, in welchen nur *Sertoli'*sche Zellen und Spermatogonien nebst Degenerationsformen von Samenzellen sich finden. Doch zeigen sich an den Abschnitten der Samenkanälchen, welche Samenfäden in der Entwicklung enthalten, prinzipiell dieselben Verhältnisse, wie bei den Säugethieren (siehe Fig. 1161). Es ist unter solchen Umständen der genealogische Zusammenhang der Zellen beim Manne nur schwierig und nur auf Grund der Vergleichung mit den Befunden bei Thieren festzustellen.

§ 293.

Der genealogische Zusammenhang der Samenzellen, Spermiogenese.

Die Entwicklungsphasen der Samenzellen und der Spermatozoiden sind so geordnet, dass dieselben im Verlaufe eines Samenkanälchens in der Richtung vom *Rete testis* gegen die Peripherie des Hodens, von den jüngeren zu den älteren Stadien sich folgen, jedoch sind in einem und demselben Kanälchen mehrere vollständige Entwicklungsreihen enthalten. Die Strecke eines Samenkanälchens, welche eine vollständige Entwicklungsreihe der Samenfäden in dem Sinne umfasst, dass genau dasselbe Querschnittsbild wiederkehrt, fand ich bei der Ratte 25—38, im Mittel 32 mm lang. Diese Entwicklungsreihen sind jedoch so beschaffen, dass gleichzeitig mehrere Generationen von Samenzellen und zwar — wenn man die ruhenden Samenkeimzellen oder Spermatogonien mitzählt — vier neben einander am Querschnitte sich finden, die von ungleichem Alter und im Allgemeinen so geordnet sind, dass die Spermatogonien nahe der Wand der Samenkanälchen, die ältesten Entwicklungsstadien nahe der Mitte derselben gelegen sind. Die am Querschnitte sich folgenden Entwicklungsstadien verschiedener Generationen von Samenfäden lassen sich leicht unterscheiden, da ihr Alter weit auseinander liegt (Fig. 1153). Doch kehren die

an Querschnitten zu beobachtenden Kombinationen von Entwicklungsstadien in konstanter Weise wieder, was sich mit Beziehung auf die kontinuirliche Aufeinanderfolge der Entwicklungsreihen im Längsverlaufe eines Samenkanälchens wohl nur so erklären lässt, dass die nebeneinander befindlichen Reihen gleich lang sind und in regelmässigen Abständen im Verlaufe eines Samenkanälchens ihren Anfang nehmen. Man kann die regelmässige Anordnung der Samenentwicklungsreihen im Brunsthoden der Säugethiere durch die Vorstellung begreifen:



Fig. 1153.

dass 1. die Entwicklung einer Samenfadengeneration an aufeinander folgenden Querschnitten eines Samenkanälchens in aufeinander folgenden Zeitmomenten beginnt und überall in demselben Zeitintervalle sich vollendet, 2. dass, noch ehe die erste Generation von Samenfäden vollendet ist, bereits eine zweite, dritte und vierte Generation von Samenzellen in den aufeinander folgenden Querschnitten denselben Entwicklungscyklus beginnt. Es verlaufen demgemäss die Bildungsvorgänge längs der Samenkanälchen wie Wellen, indem die Entwicklungs-

Fig. 1153. Segmente von Querschnitten durch Samenkanälchen der Ratte. *Flemming*'s Fl. Saffranin. Vergr. 540. *A* Stadium der Abstossung der Samenfäden; *B* vollendete Abstossung; *C* Bildung von Spermatoblasten. *St* Kerne *Sertoli*'scher Zellen; *f* Fetttropfen; *k* Fett- nnd tingible Körnchen; *m* *Membrana propria*; *s* Samenfäden; *sc* Spermatocyten, in *B* und *C* bedeutend herangewachsen; *sg* Spermatogonie; *sg'* in Theilung; *sp* Spermatiden, in *B* bereits im Beginn der Umwandlung zum Spermatosom, in *C* mit der *Sertoli*'schen Zelle zum Spermatoblasten sich verbindend.

stadien der Samenfäden sich räumlich gleichzeitig neben einander finden, wie die Phasen einer Schwingung im Bereiche einer Wellenlänge. Die entwickelte Vorstellung ergiebt sich aus der sorgfältigen Untersuchung von Längs- und Querschnitten und vom Inhalte ganzer Samenkanälchen erhärteter Hoden. Die Querschnitte der Samenkanälchen ergeben im Allgemeinen sehr wechselnde Bilder, da bei der Ratte zum Beispiele erst nach einer Strecke von 32 mm genau dasselbe Querschnittsbild wiederkehrt, während alle dazwischen liegenden, wenn auch nur ganz allmählich sich ändernd, verschieden sind. Einige der wichtigeren und charakteristischen Bilder sind in Fig. 1153 und 1154 dargestellt. Im Bereiche ein und desselben Querschnittes findet man dagegen am

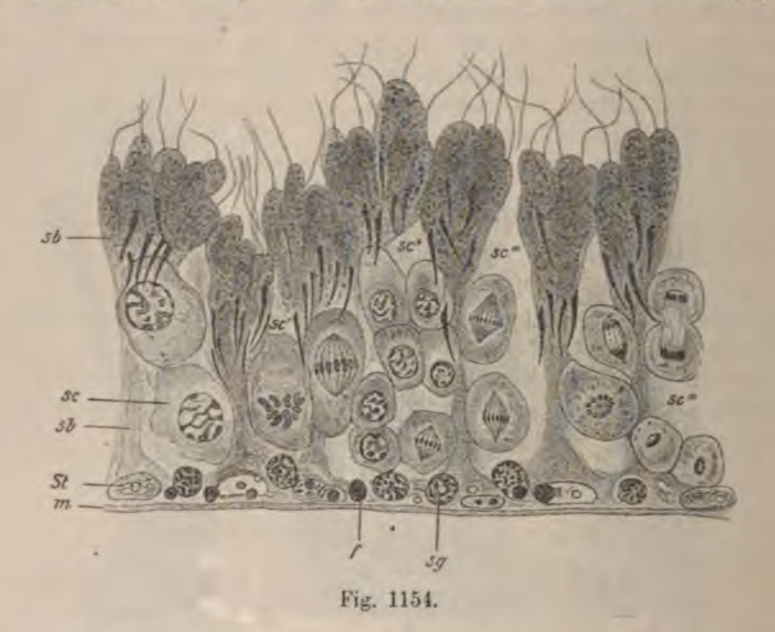


Fig. 1154.

ganzen Umfange dasselbe Bild mit einziger Ausnahme jener Stellen, an welchen sich Mitosen finden, die selten am ganzen Umfange eines Querschnittes gleichmässig vertheilt sind.

Zum besseren Verständnisse dieser Verhältnisse möge beistehendes Schema dienen (Fig. 1155). Es seien a, b, c, d, e Punkte des Längsschnittes eines Samenkanälchens, in welchen genau dieselben Entwicklungsstadien am Querschnitte sich finden. Zugleich soll die Linie $a\ e$ die Wandschicht des Samenkanälchens darstellen, und demgemäss die Punkte a bis e den Ursamenzellen oder Spermatogonien entsprechen. Ferner sollen die gegenüberliegenden Punkte a_4, b_4, c_4, d_4, e_4 in der Achse des Samenkanälchens liegen und Endstadien der

Fig. 1154. Segment eines Querschnittes durch ein Samenkanälchen der Ratte. *Flemming*'s Fl. Saffranin. Vergr. 540. Stadium der Spermatocytentheilung. *St* Kerne der *Sertoli*'schen Zellen; *f* Fetttropfen; *m* *Membrana propria*; *sb* Spermatoblasten mit in Entwicklung begriffenen Spermatosomen; *sc* Spermatocyten vor der Theilung; *sc'* erste Theilung; *sc''* Spermatocyten 2. Ordnung; *sc'''* zweite Theilung, aus der die Spermatiden hervorgehen; *sg* Spermatogonien.

Samenbildung, also eben in der Abstossung begriffenen Samenfäden entsprechen. Es werden dann von a_4 in der Richtung gegen c successive jüngere Entwicklungsstadien folgen, welche durch die Linie a_4 e dargestellt werden, die allmählich absinkend, bis zum Stadium der Ursamenzelle in e führt. Die Linie schneidet die Vertikallinie b b_4, welche dem nächsten gleichphasigen Querschnitte entspricht, nicht in b, sondern im b_3, dem ersten Viertel von oben zwischen b und b_4, da in einem Querschnitte das Stadium der Spermatogonie inbegriffen, stets vier Generationen von Samenzellen sich von aussen nach innen folgen. So ergiebt sich eine kontinuirliche Entwicklungsreihe von der Spermatogonie bis zum abgestossenen Samenfaden in der Längenausdehnung von vier Wellenlängen, wenn man die Distanz von zwei gleichphasigen Querschnitten einer Wellenlänge gleich setzt; man findet aber auch dieselbe Entwicklungsfolge innerhalb ein und derselben Wellenlänge in vier übereinander liegende Reihen zerlegt; in obigem Schema z. B. einerseits durch die Linie a_4 e, andererseits durch die Linien $a_4\,b_3 + a_3\,b_2 + a_2\,b_1 + a_1\,b$ dargestellt. Eine Entwicklungsreihe letzterer Art ist in ihren wichtigeren Phasen etwas schematisirt nach Schnitten von Samenkanälchen der Ratte in Fig. 1156 dargestellt, in welcher die Nummern 1—32 die in der Entwicklung sich folgenden Formen wiedergeben. Doch sind die dargestellten Entwicklungsphasen durchaus nicht aus von einander gleich weit entfernten Querschnitten entnommen; es sind vielmehr die Phasen H und A ganz nahe aneinander liegend und auch die Phasen C—E nehmen im Mittel nur eine Längenstrecke von 0,28 mm ein. Eine schätzungsweise richtige Entfernung der in Fig. 1156 dargestellten Entwicklungsphasen ist aus Fig. 1157 zu entnehmen, welche, eine Wiederholung der Fig. 1155 die Phasenziffern, welche der Fig. 1156 entsprechen, enthält. Bei Weitem nicht so regelmässig wie im Brunsthoden der Säugethiere, insbesondere der Ratte, bei welcher die Topographie der Samenelemente am genauesten bekannt ist, sind die Samenentwicklungsstadien in den Samenkanälchen des Menschen angeordnet. Hier finden sich stets neben mehr oder weniger langen Strecken, in welchen keine Samenbildung im Gange ist, nur einzelne relativ kurze und selten am ganzen Umfange eines Querschnittes gleich beschaffene Stellen mit Samenbildung. Doch lässt sich auch beim Menschen an solchen Stellen in

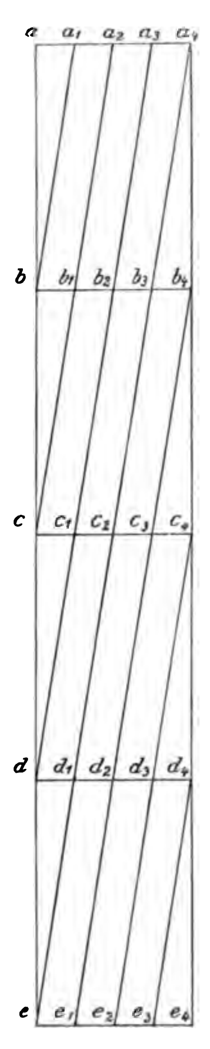


Fig. 1155.

Fig. 1155. Schema der Entwicklungsreihen der Samenfäden der Ratte. $a\,e$ Wandschicht mit Spermatogonien; $a_4\,e_4$ Achse des Samenkanälchens; $a\ b\ c\ d\ e$ gleichphasige Querschnitte, in welchen die Abstossung der reifen Samenfäden in $a_4\ b_4\ c_4\ d_4\ e_4$ sich eben vollendet. Die Richtung von a gegen e entspricht der Richtung des Samenkanälchens gegen das Hodennetz und zugleich der Richtung des Fortschreitens der Entwicklungswellen.

der Regel erkennen, dass gleichzeitig vier Generationen von Samenzellen nebeneinander vorhanden sind (Fig. 1161).

Verfolgt man nun an Schnitten gut fixirter Präparate die Reihe der sich entwickelnden Samenzellen, so ergiebt sich Folgendes: Eingepresst in die Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen finden sich kleine Zellen von kugeliger Form oder von polygonalem Umrisse, mit zum Theil ziemlich langen Fortsätzen, mit Kernen von 6—11 μ Durchmesser, welche ein Kerngerüst von wechselndem Aussehen zeigen. Diese Zellen sind die Samenkeimzellen oder Spermatogonien. Die polygonalen, zugleich abgeplatteten Formen mit Fortsätzen finden sich, wie *Sertoli* (1878) nachwies, ziemlich spärlich in den Phasen, welche zunächst der Abstossung

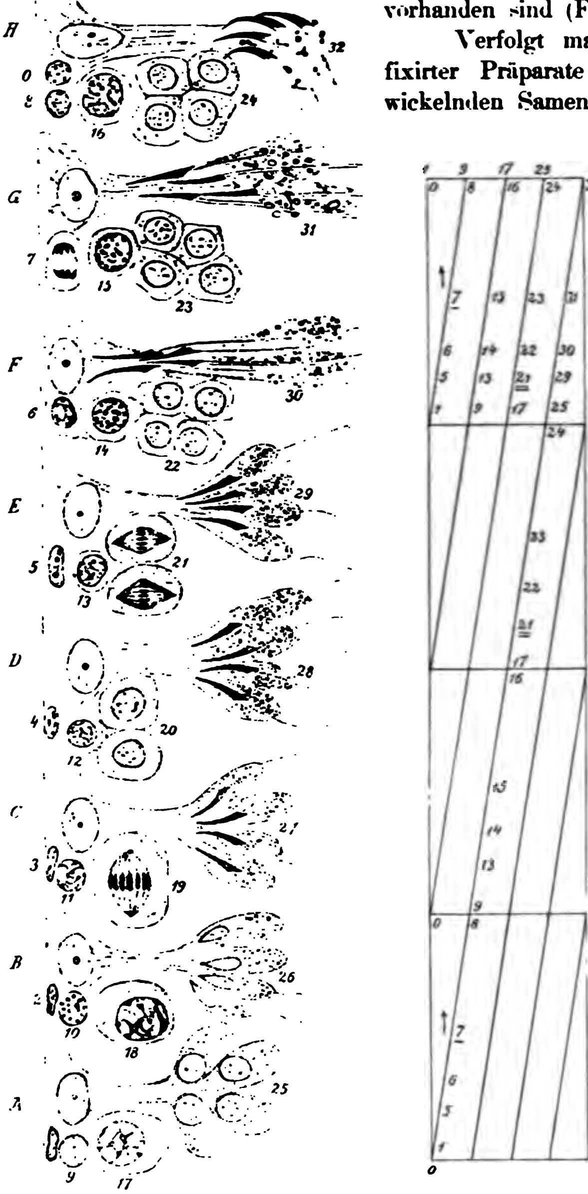


Fig. 1156. Fig. 1157.

Fig. 1156. *A—H* Entwicklungsphasen aus Längsschnitten von Samenkanälchen der Ratte, schematisirt. *A* schliesst sich sehr nahe an *H* an. Siehe Text.

Fig. 1157. Schema der zeitlichen Aufeinanderfolge der in Fig. 1156 *A—H* dargestellten bezifferten Typen der Entwicklungsbilder am Längsschnitte eines Samenkanälchens. Die ganze Länge der Entwicklung erstreckt sich im Mittel auf viermal 32 mm. Dieselben Entwicklungsstufen sind aber auch auf der Länge von 32 mm nebeneinander zu sehen. Die den Zelltheilungen der Spermatogonien (7) und der Spermatocyten (21) entsprechenden Ziffern sind unterstrichen. Der von der Ziffer 7 nach 0 gerichtete Pfeil bedeutet, dass von hier weg die Spermatogonien zur Hälfte zum Ruhestadium 0 zurückkehren.

einer reifen Samenfädengeneration folgen (*A—F*, Fig. 1156 und Fig. 1158, *A*). Dann nehmen sie aber rasch an Zahl zu, indem sie in jener Phase, welche dem Beginne der Abstossung der nächstfolgenden Samenfadengeneration entspricht (*G*, Fig. 1157) durch mitotische Theilung sich vermehren (Fig. 1158, *B*). Nach der Theilung fand *Sertoli* (1885) auf derselben Flächeneinheit doppelt so viele Zellen, als vor derselben, woraus hervorgeht — da die Zellen eine einfache Lage bilden — dass entweder alle Zellen sich einmal getheilt haben, oder wenigstens ein Theil derselben so viele Theilungen durchgemacht hat, dass die Gesammtzahl auf das Doppelte der ursprünglichen steigt. Nach der Theilung sind, so weit ich sehe, ebenso wie unmittelbar vor derselben, alle Zellen rund und ohne Fortsätze und die kugeligen Kerne zeigen an fixirten Präparaten ein dichtes, sich intensiv färbendes Chromatingerüst, während in jenen Stadien, wo die Samenkeimzellen spärlich und sternförmig sind, die Kerne ein sehr zartes, feinkörniges, wenig färbbares Kerngerüst besitzen. Längere





Fig. 1158.

Zeit nach der Theilung gehen die Zellen wieder in ein Ruhestadium über, nur in der Phase, in welcher die Samenfäden vollständig abgestossen sind, zeigen die Kerne an fixirten Präparaten wieder ein Ansehen, wie die Kerne der sternförmigen Zellen vor Beginn der Theilung. Mit dem Beginn der Ausbildung einer neuen Samenfadengeneration (25 in Fig. 1156, *A*) vollzieht sich jedoch eine Sonderung der Spermatogonien. Während ein Theil derselben im Ruhestadium verharrt, beziehungsweise die eben geschilderten Umwandlungen neuerdings durchmacht, beginnt der andere Theil nun zu immer grösseren Zellen heranzuwachsen (*growing cells Brown*) und während des Wachsthums allmählig aus der Wandschicht der Samenkanälchen sich nach einwärts zu schieben. Dabei werden die erst schwach färbbaren Kerne chromatinreicher und in dem Maasse, als sich die Zellen allmählig über die Wandschicht, beziehungsweise über die Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen emporschieben, bildet sich immer deutlicher ein Chromatinknäuel aus, der dem unmittelbaren Vorstadium einer

Fig. 1158. Wandschicht von Samenkanälchen der Ratte. *Müller*'s Fl. Isolationspräparat von innen gesehen Vergr. 540. *A* Aus einem Kanälchenabschnitte, ungefähr dem in Fig. 1156 *D*, *B* ebenso dem in Fig. 1156 *G* dargestellten Stadium entsprechend. *S* Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen; *sp* Spermatogonien in *A* spärlich, zum Theile ästig, in *B* zahlreicher zum Theile (*sp'*) in Theilung.

mitotischen Theilung sehr ähnlich ist. Doch sind solche Zellen mit stark färbbaren Chromatinknäueln durch alle Phasen einer Welle zu verfolgen und bis es endlich wirklich zur mitotischen Theilung kommt, ist bereits eine neue Generation solcher Zellen aus den Spermatogonien in Bildung begriffen (Fig. 1154). *Henle* hat diese wachsenden Zellen, an welchen nach Behandlung mit Essigsäure das reichliche Chromatin der Kerne hervortritt, als Zellen mit grob granulirten Kernen (Eingeweidelehre 1866) beschrieben; von den vielen Namen, welche sie von späteren Autoren erhielten, ist die Bezeichnung Spermatocyten die gebräuchlichste geworden. Die Spermatocyten erreichen schliesslich einen Durchmesser von 25 μ, ihre Kerne von 12—13 μ. Die Grenze zwischen Spermatocyten und Spermatogonien ist schwer zu ziehen, da die ersteren durch allmähliges Wachsthum aus den letzteren hervorgehen. Am natürlichsten erscheint die Abgrenzung durch jene Entwicklungsphase gegeben, in welcher die Zellen aus den Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen nach einwärts rücken. Diese Entwicklungsphase fällt mit jener zusammen, in welcher die Spermatogonien bereits ihrer Theilung nahe sind (Fig. 1156, *F*, *G*). Um diese Zeit sind die Kerne der Spermatocyten und Spermatogonien (14 und 6) von ähnlicher Beschaffenheit und Grösse und daher, abgesehen von ihrer charakteristischen Lage, leicht mit einander zu verwechseln. Von dieser Phase an sind die Zellen erst deutlich aus der Wandschicht emporgerückt und von hier an können sie dann leicht und sicher als Spermatocyten von den wandständigen Spermatogonien unterschieden werden. Die Entwicklung des theilungsreifen Spermatocyten, von der Theilung der Spermatogonien an gerechnet, umfasst einen relativ langen Zeitraum, nämlich mehr als anderthalb Wellenlängen; dagegen von dem Momente des Emporrückens über die Wandschichte gerechnet etwas weniger als eine Wellenlänge (vgl. in Schema Fig. 1157 die Distanzen der Zahlen 7 und 21 und 14 und 21 auf der Linie 0 — 32). Die theilungsreifen Spermatocyten theilen sich nun zweimal in rascher Folge, doch immerhin mit einem kurzen, dazwischenliegenden Ruhestadium in einer etwas abweichenden Form der Mitose, von welcher im folgenden Paragraphe ausführlicher die Rede sein soll. Die aus der ersten Mitose hervorgehenden zwei Spermatocyten zweiter Ordnung theilen sich in je zwei Zellen, welche durch ihre geringe Grösse und ihre chromatinarmen, bei Essigsäurezusatz auffällig von jenen der Spermatocyten verschiedenen Kerne sich auszeichnen. *Henle* (l. c.) beschrieb sie als Zellen mit glatten Kernen. Wie *Koelliker* zuerst (1856) erkannte, gehen aus den Kernen dieser Zellen die Köpfe der Samenfäden hervor; ich nannte sie daher *Koelliker*'sche Samenzellen. Am gebräuchlichsten ist jetzt jedoch der denselben von *Semper* und *W. Voigt* gegebene Name Spermatiden. Während nun die Spermatiden durch längere Zeit, mehr als $^3/_4$ einer Wellenlänge entsprechend, nur schwer wahrnehmbare Veränderungen durchmachen, kommt nun plötzlich eine Phase, in welcher sich ein höchst merkwürdiger Vorgang vollzieht. Unmittelbar nachdem ein Satz reifer Samenfäden abgestossen wurde (32 und 1, Fig. 1157 und Fig. 1153, *B*, *C*) verbinden sich Gruppen von je 8—12 Spermatiden, deren Kerne unterdessen einseitig an die Oberfläche gerückt sind, mit den frei in das Lumen der Samenkanälchen ragenden Enden der *Sertoli*-schen Zellen, indem das den Kern enthaltende Ende der Spermatiden mit den *Sertoli*'schen Zellen verschmilzt. Damit vollzieht sich die Bildung der

Spermatoblasten. Die Kerne der Spermatiden sind dann alle so orientirt, dass das zukünftige Kopfende des Samenfadens gegen die Wand des Samenkanälchens gerichtet ist. Nach dieser Verbindung der Spermatiden mit den *Sertoli*'schen Zellen, welche *Benda* als Kopulation bezeichnete, die aber besser nach *Grobben* (in zool. Anz. 22. Bd. S. 108) als „Plasmaverbindung" oder nach *Roux* (in Arch. f. Entwicklungsmechanik 8. Bd. S. 358) als „Allotropismus" benannt wird, geht nun die weitere Entwicklung der Samenfäden rasch vorwärts und nach einer Strecke von etwa 0,3—0,4 mm ist bereits deutlich die zugespitzte Form des Kopfendes des Samenfadens erkennbar. Dabei wird die Verbindung der Samenfäden mit den *Sertoli*'schen Zellen eine festere und immer tiefer dringen die Samenfäden im Protoplasma derselben vor. Die Spermatoblasten bestehen nun relativ lange Zeit und fast in der Hälfte einer Wellenlänge sieht man Spermatoblasten mit reifenden Samenfäden. Schliesslich lösen sich die Samenfäden los und gelangen mit den Schwänzen voraus in weiter abwärts liegende Kanälchenstrecken, in welchen die Abstossung der Samenfäden erst beginnt. Dadurch entstehen zierliche wirbelartige Figuren (Fig. 1152 S. 427) in den die Lichtung erfüllenden Samenfäden, während dort, wo die Abstossung vollendet ist, das Lumen leer erscheint und die Bildung neuer Spermatoblasten beginnt.

Am Schlusse dieser summarischen Darstellung der Entwicklungsvorgänge mögen noch Bemerkungen über die absolute Dauer der Samenbildung bei der Ratte Platz finden. Nach verschiedenen Erfahrungen über die Dauer einer Zelltheilung bei Warmblütern können wir dieselbe mit einer halben Stunde ansetzen. Nach übereinstimmenden Messungen von *Sertoli* und mir beträgt die Länge der Strecke, auf welcher die Zelltheilungen der Spermatocyten stattfinden, im Mittel 0,28 mm. Da zwei Zelltheilungen sich rasch folgen, entspricht die Zeit, in welcher diese Strecke der Welle durchlaufen wird, ungefähr einer Stunde. Die Wellenlänge beträgt nach meinen Messungen 25—38 mm, im Mittel 32 mm. Wir haben daher für die Zeit, in welcher die ganze Welle durchlaufen wird, das Verhältniss 0,28 : 32 = 1 : x, woraus sich für die absolute Zeitdauer des Ablaufes einer Welle in runder Zahl 5 (genauer 4,76) Tage ergeben. Dies ist die Zeit vom Beginn der Spermatoblastbildung bis zur vollständigen Abstossung der Samenfäden. Da aber, wie die Figuren 1153—1157 und die früheren Erörterungen ergeben, in jeder Welle vier Generationen von Samenzellen sich finden, so ist die Zeit der ganzen Entwicklung von der Spermatogonie bis zum reifen Samenfaden auf das vierfache, also auf 20 Tage anzuschlagen, die Zeit von der Theilung einer Spermatogonie bis zur Spermatocytentheilung auf 8—9 Tage, die Zeit von der Spermatocytentheilung bis zur Abstossung der Samenfäden auf 10 Tage, die Zeit, welche die Verbindung der Spermatiden mit den *Sertoli*'schen Zellen (Spermatoblastbildung) beansprucht, auf weniger als eine halbe Stunde. Die den Berechnungen zu Grunde gelegte Zeit einer halben Stunde für eine Zelltheilung ist wahrscheinlich zu hoch bemessen, da nach Beobachtungen *Flemming*'s beim Salamander die Samenzellen sich rascher theilen, als andere Zellen. Ist aber die Zeit für eine Spermatocytentheilung kleiner als die angenommene, so müsste sich auch die Zeitdauer für den Ablauf einer Samenentwicklungswelle ebenfalls verhältnissmässig verkürzen.

Die oben gegebene Darstellung des wellenförmigen Ablaufes der Samenbildung in der Längsrichtung eines Samenkanälchens der Ratte dedarf nach neueren Untersuchungen *Cl. Regaud*'s (in Compt. rend. de la Soc. de Biol. Décembre 1900) insoferne einer kleinen Korrektur, als an einem Querschnitte nicht ringsum genau dieselben Entwicklungsphasen sich finden. Es folgen sich, genau genommen, die Phasen in flach ansteigenden Schraubenlinien. Dadurch erklärt sich auch die schon in meiner ersten Abhandlung angeführte Thatsache, dass die abgestossenen Samenfäden nicht als gerade, in der Achse der Kanälchen liegende Büschel, sondern stets als wirbelartig angeordnete Figuren (Fig. 1152 S. 427) sich darstellen.

Die Thatsache, dass die aufeinander folgenden Entwicklungsstadien der Samenzellen und Samenfäden der Säugethiere im Längsverlaufe eines Samenkanälchens räumlich neben einander geordnet sich finden, wurde zuerst von mir (1871) bei der Ratte festgestellt, während man früher, seit *Koelliker*'s ersten Untersuchungen wusste, dass die ältesten Stadien im Centrum, die jüngeren an der Peripherie der Samenkanälchen sich finden, ohne dass jedoch diese Stadien komplete Reihen bilden. Es ist klar, dass die räumlich kontinuirliche Anordnung der Entwicklungsstadien ein für die Erforschung der Genealogie der Samenzellen äusserst günstiger Umstand ist. Bei meinen ersten Untersuchungen hatte ich dennoch die Spermatoblastbildung nicht richtig erkannt. Ich glaubte, dass die Samenfäden am inneren Ende der *Sertoli*'schen Zellen selbständig entstehen, während die Samenzellen gleichzeitig zu Grunde gehen. Zu dieser irrthümlichen Auffassung gab die Plötzlichkeit der Spermatoblastbildung, die ohne Analogie dastehende sekundäre Verschmelzung der Samenzellen mit den *Sertoli*'schen Zellen, sowie der Umstand Anlass, dass in Hoden, welche vor der Geschlechtsreife keine Samenfäden produziren, Samenzellen unverändert in den Nebenhoden übergeben, obwohl ich anderseits sah, dass die unmittelbar neben den eben sich bildenden Spermatoblasten befindlichen Samenzellen Kerne besitzen, die von jenen der Spermatoblasten nicht zu unterscheiden waren. *Merkel* und *Sertoli* bekämpften meine Auffassung und letzterer zeigte in einer vorzüglichen Arbeit (1878), die, abgesehen von den Zelltheilungen, noch heute an Genauigkeit der Darstellung der Topographie kaum übertroffen ist, dass die Spermatoblasten durch Anlagerung der Samenzellen an die *Sertoli*'schen Zellen entstehen; er konnte jedoch die Spermatoblastbildung nicht begreiflich machen und leugnete, wie *Merkel*, mit Unrecht jede Verbindung der Samen- und *Sertoli*'schen Zellen, indem erstere nur in Nischen der letzteren eingelagert sein sollten. Dass eine wirkliche Verbindung zwischen den Samen- und den *Sertoli*'schen Zellen bei der Spermatoblastbildung eintritt, wurde zuerst von *Benda* erkannt und von mir dann noch weiter begründet. Der Streit über die Natur der Spermatoblasten blieb trotz zahlreicher Arbeiten lange in der Schwebe, bis ein wesentlicher Fortschritt in der Erkenntniss der Genealogie der Samenzellen durch die Auffindung der Mitosen (*Klein* in Quarterly Journ. of microsc. sc. 1879) und deren genauerer topographischer Vertheilung (*Brown*, *Sertoli* 1885, *Benda* 1887, *v. Ebner* 1888) die oben im Texte gegebene Darstellung in der Hauptsache sicher stellte. Ein dunkler Punkt bleibt noch immer die Art der Vermehrung der Samenkeimzellen oder Spermatogonien. Denn, wenn auch die mitotische Vermehrung derselben ausser Zweifel steht, so ist doch der Umstand merkwürdig, dass zu der Zeit, wo die Spermatogonien sich zur Theilung anschicken und unmittelbar nach der Theilung alle Zellen von gleichem Ansehen sind. Sowohl *Sertoli* als *ich* in meiner ersten Arbeit nahmen an, dass alle Zellen der Wandschicht oder Spermatogonien im heutigen Sinne, nachdem sie grössere kugelige Kerne bekommen haben, sich nach innen verschieben, beziehungsweise zu Spermatocyten werden, und in neuerer Zeit hat *v. Lenhossék* dasselbe behauptet. Es macht daher Schwierigkeit die Herkunft der einige Zeit nach der Theilung neu erscheinenden sternförmigen Spermatogonien sicher zu stellen. Ich glaube, dass ein Theil der aus der Theilung (Fig. 1158, *B*) hervorgehenden Spermatogonien in ein Ruhestadium in Form polygonaler, sternförmiger Zellen wieder zurückkehrt und nur die Hälfte der getheilten Zellen sich sofort durch weiteres Wachsthum in Spermatocyten umbildet. Aehnlicher Meinung ist auch *F. Hermann* (in Anat. Anz. 14. Bd. S. 315) und *Benda*. *Schoenfeld* beschreibt beim Stiere indifferente Zellen in der Wandschicht, aus welchen sowohl Spermatogonien, als *Sertoli*'sche Zellen hervorgehen sollen. Da aber unter normalen Verhältnissen die *Sertoli*'schen Zellen einer Neubildung nicht bedürfen, sind diese indifferenten Zellen wohl ruhende Spermatogonien. Wie *Meves* und *Nicolas* (in

Bull. de la Soc. biologique T. 4) übereinstimmend angeben, wandeln sich beim Salamander im Frühlinge die Spermatogonien mit polymorphen Kernen in solche mit runden Kernen um; im Herbste umgekehrt. Dies hat eine gewisse Analogie mit dem bei Säugethieren vorkommenden Wechsel von Spermatogonien mit runden und solchen mit mehr abgeplatteten, chromatinarmen Kernen. *Cl. Regaud* und vermuthungsweise auch *Loukianow* wollen in neuester Zeit die Spermatogonien auf dem Wege direkter Kerntheilungen aus den Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen hervorgehen lassen, was ich jedoch ebenso für eine Täuschung halte, wie die neuerdings von *v. la Valette St. George* (in: Rektoratsprogramm, Bonnae 1898) behauptete, normale Degeneration der Kerne der *Sertoli*'schen Zellen. Man überzeugt sich hiervon am Besten, wenn man an Flächenpräparaten von (in *Müller*'s Flüssigkeit, verdünntem Alkohol etc.) macerirten Hodenstückchen, das in allen Entwicklungsstadien gleichbleibende Mosaik der Fussplatten mit den charakteristischen Kernen der *Sertoli*'schen Zellen, sich zur Anschauung bringt. Dagegen halte ich die Möglichkeit, dass die Spermatogonien selbst auf dem Wege direkter Theilung sich vermehren können, wie *Moore* für die Säugethiere behauptet, nicht für völlig ausgeschlossen, wenn auch, wie *v. la Valette St. George*, für wenig wahrscheinlich. Amitotische Theilungen der Spermatogonien wurden früher bei Amphibien von *v. la Valette St. George*, *Nussbaum*, *Grünhagen* u. A. beschrieben; sie sind jedoch nach den neueren Untersuchungen von *Meves* und *Nicolas* beim Salamander weniger häufig, als man wohl früher annahm, da nicht jeder polymorphe Kern mit einer direkten Theilung in Beziehung steht. Uebrigens ist die Frage der amitotischen Kern- und Zelltheilungen überhaupt, durch die überraschenden Befunde von *Pfeffer* und von *V. Häcker* (in Anat. Anz. 17. Bd. S. 9), welchen zufolge durch äussere Einwirkung (Aethernarkose) Mitosen mit Amitosen wechseln können, in ein ganz neues Licht gerückt worden.

Ausser der im Texte besprochenen Genealogie der Samenzellen sind noch viele andere Darstellungen über das Zustandekommen der Spermatoblasten gegeben worden, auf welche im Einzelnen einzugehen hier zu weit führen würde. *v. la Valette St. George* sucht zu weit gehende Analogien mit den bei niederen Thieren vorkommenden Cystenbildungen, welche aus Haufen von Samenzellen bestehen, die von „Follikelzellen" umhüllt werden. So erklärt sich dessen Lehre von den Spermatogemmen, der zufolge der Spermatoblast sammt Kern der *Sertoli*'schen Zelle aus einer Brut, im Zusammenhang bleibender Zellen bestehen soll, die aus einer Spermatogonie durch fortgesetzte Theilungen hervorgeht. Aehnliche Vorstellungen entwickelten *Balbiani*, *Helmann* und *W. Krause*. Sie sind, wie ich glaube, durch unsere gegenwärtigen genaueren Kenntnisse über die Topographie der mitotischen Zelltheilungen in den Samenkanälchen der Säugethiere als unhaltbar erwiesen.

Von anderen Autoren wurden die Spermatoblasten als reale Bildungen geleugnet und — abgesehen von den Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen — als Gerinnsel oder Detritus erklärt, in welchen die sich ausbildenden Samenfäden eingeschlossen werden, wie in Deutschland namentlich *Biondi* und *G. Niessing*, in Frankreich *Prenant* und neuestens *Regaud* behaupteten, welche zugleich die Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen als zu den Ruheformen der Spermatogonien gehörig betrachten. Diesen Theorien gegenüber, welche die selbständige Stellung der *Sertoli*'schen Zellen in Abrede stellen, muss nachdrücklich betont werden, dass sie 1. auf die kontinuirliche, räumliche Aufeinanderfolge der Entwicklungsstadien im Längsverlaufe der Samenkanälchen nicht die gebührende Rücksicht nehmen; 2. auf das Studium der Spermatoblasten und *Sertoli*-schen Zellen an Isolationspräparaten, welches einen Zweifel an der Realität dieser Bildungen nicht aufkommen lässt, ebenfalls zu wenig Gewicht legen. Es ist schwer begreiflich, wie man die centralen Fortsätze der *Sertoli*'schen Zellen, welche man an Isolationspräparaten in *Humor aqueus*, Serum, physiologischer und 10 proz. Kochsalzlösung, *Müller*'scher Flüssigkeit, verdünnter Chromsäure, Alkohol u. s. w. in wesentlich denselben Formverhältnissen sich zur Anschauung bringen kann (Fig. 1159), als Gerinnsel und die Spermatoblasten als — durch den Druck der benachbarten Zellen bedingte — Trugbilder erklären kann. Die physiologische Bedeutung der Verbindung der Samenzellen mit den *Sertoli*'schen Zellen besteht, wie bereits S. 416 erwähnt wurde, in der Zufuhr von Nährstoffen für die sich entwickelnden Samenfäden. Bei der Ratte kann man, wie ich nachwies, deutlich verfolgen, wie die zur Zeit der Spermatoblast-

bildung in den Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen reichlich vorhandenen Körnchen und Fetttropfen mit zunehmender Ausbildung der Samenfäden allmählich verschwinden, während anderseits in den lappigen Plasmaanhängen der Samenfäden, welche Reste der ursprünglichen Samenzellen sind, mehr und mehr färbbare Körnchen und Fetttröpfchen sich ausscheiden; ein korrelativer Prozess, der ohne organische Verbindung der *Sertoli*-schen Zellen und Samenfäden schwer zu begreifen wäre (siehe § 294).

Eine eigenthümliche Schwierigkeit in der Beurtheilung der Genealogie der Samenfäden bilden gewisse Befunde an dem ganz frisch in *Humor aqueus* oder in anderen indifferenten Flüssigkeiten isolirten Inhalte der Samenkanälchen. Man findet namentlich bei jungen, eben geschlechtsreif gewordenen Thieren, wie bereits in § 291 erwähnt wurde, neben den mannigfaltigen Formen von Samenzellen auch grössere oder kleinere Kugeln mit mehreren bis zu 20 Kernen. Diesen sogenannten vielkernigen Cysten kommt keine wesentliche Bedeutung zu. Man findet sie keineswegs konstant und sie fehlen gewöhnlich durchaus in gut fixirten Hoden. Die Samenzellen sind oft ungemein wasserreiche Bildungen, welche in *Humor aqueus* u. s. w. sehr leicht mit einander zusammenfliessen, wie man direkt verfolgen kann, und dann vielkernige Cysten bilden. Das Zusammenfliessen findet am häufigsten bei Spermatiden statt, aber auch Spermatocyten und bereits zu Spermatoblasten vereinigte vorgeschrittenere Entwicklungsstadien von Samenzellen können zu kugeligen Massen (Spermatogemmen *v. la Valette St. George*) zusammenfliessen und wenn man diese Formen ordnet, so begreift man die älteren Darstellungen über das Entstehen von Samenfäden in vielkernigen Cysten. Und doch sind dies alles Trugbilder, wie *Henle* annahm und wie jetzt wohl kaum mehr bezweifelt werden dürfte. Ausser den postmortal durch Zusammenfliessen von Zellen entstehenden vielkernigen Cysten kommen in der That auch an Schnitten frisch fixirter Hoden vielkernige Protoplasmamassen vor, doch nur in Samenkanälchen, in welchen keine Samenbildung stattfindet und offenbar degenerative Prozesse im Gange sind, wie solche, namentlich vor dem Eintritte der Spermatogenese, bei jungen Thieren an den Vorsamenzellen auftreten. Ich sah solche vielkernige Zellen, deren Kerne Spermatidenkernen glichen, in Samenkanälchen weisser Ratten, neben regellosen Mitosen und karyolytischen Vorgängen. *Ivar Broman* beschreibt (in Anat. Anz. 17. Bd. S. 20) vielkernige Riesenspermatiden bei *Bombinator igneus*, welche aus Riesenspermatocyten durch pluripolare Mitosen hervorgehen und in der Regel degeneriren; ausnahmsweise aber zur Bildung monströser Riesenspermien führen. — Eingehendere Mittheilungen über abnorme vielkernige Spermatiden und deren Entwicklung bei Säugethieren und beim Menschen machte jüngst *Cl. Regaud* (in Bibliogr. anatom. 1900 fasc. 1), doch wurden dessen Deutungen der Befunde von *A. Maximow* (Ebenda S. 183) theilweise bestritten.

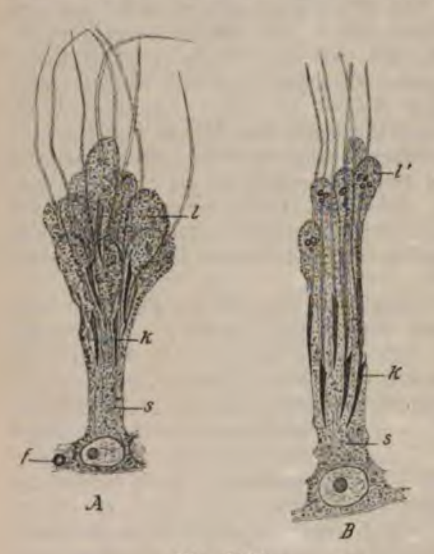


Fig. 1159.

Während bei Säugethieren alle Entwicklungsstadien der Samenzellen gleichzeitig in aufsteigender Reihe nebeneinander gefunden werden, ist dies bei den anderen Wirbel-

Fig. 1159. Spermatoblasten aus dem Hoden der Ratte isolirt. *A* in *Müller*'s Flüssigkeit; *B* in *Humor aqueus*, letzterer ein späteres Entwicklungsstadium als *A*. Vergr. 530. *f* Fetttropfen in der Fussplatte der *Sertoli*'schen Zelle *s*; *k* Köpfe der Samenfäden; *l* in lappenförmige Anhänge umgewandelte Plasmakörper der Samenzellen, in *l'* mit ausgeschiedenen groben, in *l* mit feinen Fettkörnchen.

thieren nicht der Fall und es ist daher bei diesen die Genealogie der Samenzellen weit schwieriger zu enträthseln. Beim Sperling (*Fringilla domestica*), dessen Spermiogenese *F. Etzold* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 52. Bd.) genau untersuchte, zeigt der Hoden im Winter ganz embryonale Verhältnisse, indem in dem kleinen, nur 0,002 gr wiegenden Hoden die dünnen Samenkanälchen nur Epithelzellen und Ursamenzellen (ähnlich wie Fig. 1147 vom Fohlen) zeigen. Vom Januar an theilen sich die Spermatogonien und im Februar lassen sich schon mehrere Zellenlagen unterscheiden, von welchen die äusseren in Ruhe, die inneren in Theilung sind. In der zweiten Hälfte März sind bereits Spermatiden zu finden und Mitte April ist die Spermiogenese im vollen Gange, während unterdessen der Hoden ein Gewicht von 0,6 gr und die Samenkanälchen den 10fachen Durchmesser erreicht haben. Alle Kanälchen befinden sich gleichzeitig überall in demselben Zustand, die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen können daher nur an Hoden verschiedener Thiere gefunden werden. Doch sind ähnlich, wie am Säugethierhoden auf dem Querschnitte mehrere, aber zahlreichere Generationen von Samenzellen ungleichen Alters über einander. Spermatoblastbildung findet sich auch hier, aber in sehr komplizirter Weise. Die *Sertoli*'schen Zellen, welche wie bei den Säugethieren der Wand aufsitzen, lassen keine Vermehrungserscheinungen erkennen, sie bilden centrale Fortsätze, an welche sich ringsum mehrere Generationen von Samenzellen einpflanzen. Die älteste Generation, die zunächst zur Abstossung kommt, findet sich in der Mitte des Spermatoblasten tief eingepflanzt, an der Spitze desselben sind die nächst jüngeren und weiter herab zwei noch jüngere Generationen ringsum zu finden; die Zwischenräume der Füsse der *Sertoli*'schen Zellen sind von Spermatocyten und Spermatogonien ausgefüllt. Das tiefe Einwachsen der, der Ausbildung nahen Spermatozoiden in die *Sertoli*'schen Zellen kommt auch bei Säugethieren vor; höchst eigenthümlich ist aber der Umstand, dass beim Sperling noch vor der Ausstossung der reifen Samenfäden bereits mehrere neue Generationen von Spermatiden mit den *Sertoli*'schen Zellen sich verbinden. Auch bei den Reptilien findet sich keine regelmässig wellenartig einander folgende Anordnung der Samenfadenentwicklung im Längsverlaufe der Kanälchen; bei der Eidechse sieht man in ein und demselben Hoden alle Kanälchen an Schnitten von nahezu demselben Ansehen, doch ebenfalls mit mehreren Generationen von Samenzellen übereinander. *Sertoli*'sche Zellen, deren charakteristische Kerne mit schönen grossen Kernkörperchen von den Kernen der Samenzellen aller Art leicht zu unterscheiden sind, finden sich auch hier. Die der Reife nahen Samenfäden sind hier eigenthümlich angeordnet nämlich mit den Köpfen eingepflanzt in die Wand von grubigen Vertiefungen, deren Querschnitt an tangentialen Flächenschnitten fast kreisrund, wie Drüsenmündungen



Fig. 1160.

Fig. 1160. Spermatoblast aus dem Brunfthoden des Sperlings nebst anliegenden Samenzellen. Aus einem radialen Längsschnitte eines Samenkanälchens nach *Etzold*. *M Membrana propria*; *l* lappenförmige Plasmaanhänge der Samenfäden st_3, dazwischen zwei abgestossene Samenfäden; *s* Kern der *Sertoli*'schen Zelle; *sc* Spermatocyten; *sp* Spermatogonien; st_1 st_2 st_3 drei Generationen von Spermatiden mit der *Sertoli*'schen Zelle *ss'* verwachsen, den Spermatoblasten bildend; st_3 fast reife Samenfäden als älteste Generation im Innern des Spermatoblasten.

erscheint. Spermatoblasten, wie bei den Säugethieren, kommen hier nicht vor; eher liesse sich denken, dass es sich um komplizirte Bildungen handelt, die auf die von *Etzold* bei Vögeln beschriebenen sich zurückführen lassen. *Tellyesnicky* (in Math. naturw. Anz. der Akad. in Budapest XIII. Bd.) hat zwar den Eidechsenhoden speziell auf Spermatoblasten untersucht, jedoch dieser sonderbaren Bilder nur beiläufig erwähnt. Das Bemühen dieses Autors, auf Grund der Befunde am Eidechsenhoden Aufklärung über das Wesen der Spermatoblasten der Säugethiere zu gewinnen, war begreiflicher Weise vergeblich. Auch bei den Amphibien und Fischen lässt sich die Genealogie der Samenfäden nicht an ein und demselben Hoden allein feststellen; auch hier schreitet im Allgemeinen die Ausbildung der Samenfäden mit der Jahreszeit gegen die Fortpflanzungsperiode fort. Die Untersuchung ist daher bezüglich der Reihenfolge der Generationen der Samenzellen, trotz der Grösse der Elemente, ebenfalls mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft, als bei den Säugethieren. Beim Salamander finden sich, wie zuerst *Leydig* zeigte, stets mehrere, hinter einander liegende Lappen des Hodens von verschiedenem Ansehen. Diese Abtheilungen zeigen, wie später *Flemming* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 29. Bd.) genauer untersuchte, verschiedene Entwicklungszustände; die weiss erscheinenden Lappen enthalten der Reife nahe Samenfäden. Beim Salamander werden Gruppen von Spermatogonien von Zellen, welche den *Sertoli*'schen Zellen der Säuger homolog sind, umwachsen (Follikelzellen *v. la Valette St. George*) und es entstehen so zunächst rundliche Follikel, innerhalb deren die Spermatocyten heranwachsen und die Theilungen in Spermatiden durchmachen. Die reifenden Samenfäden wachsen dann zu Büscheln aus, deren Köpfe sämmtlich gegen einen bis zur Reife deutlich sichtbaren Follikelkern gerichtet sind und mit dem Protoplasma der Follikelzellen verbunden sind. Mit der Ausreifung schwindet die Wand des Follikels über den Schwänzen der Samenfäden und es entstehen dann den Spermatoblasten ähnliche Bilder. Bei den Urodelen sind die Schwänze sämmtlich gegen den Kopf zurückgekrümmt; mehr den fast reifen Säugethierspermatoblasten ähnlich sind die gerade ausgestreckten Bündel der Samenfäden der Frösche mit den unter den Köpfen befindlichen wandständigen Follikelkernen. Analoge Follikelbildungen und Samenfadenbündel wie bei den Amphibien finden sich auch bei den Selachiern. Der bei wirbellosen Thieren vorkommenden, den *Sertoli*'schen Zellen homologen Elemente, wurde bereits in § 290 gedacht.

Schliesslich muss noch die Thatsache berührt werden, dass gleichzeitig mit der Spermiogenese auch Degenerationsvorgänge ablaufen. Es wurde bereits erwähnt, dass vor Beginn der Spermiogenese Samenzellen abgestossen werden und in den Nebenhoden gelangen. Auch nach Eintritt der Spermiogenese giebt es immer noch einzelne Abschnitte gewundener Samenkanälchen, in welchen es zur Abstossung von Samenzellen im Stadium der Spermatocyten und Spermatiden kommt, die dann, fortgeführt, zwischen reife abgestossene Samenfäden gelangen und mit diesen in den Nebenhoden. Wo die Spermiogenese im vollen Gange ist, findet man dagegen, wenigstens bei wilden Ratten im Frühjahre, nur selten Degenerationsbilder. *Cl. Regaud* (in Bibliogr. anatom. 1899, fasc. 2) beschreibt, wahrscheinlich von in Gefangenschaft gehaltenen Ratten zahlreiche „abortive Spermatozoiden", welche nicht an der Spermatoblastbildung sich betheiligen und zu den sonderbarsten Formen umgestaltete Kerne zeigen. In einer früheren Mittheilung (in Compt. rend. de la soc. de Biologie 17. mars 1900) behauptet derselbe das regelmässige Vorkommen von Degenerationsbildern bei ausgewachsenen gesunden Säugethieren. Am eingehendsten hat sich mit den Degenerationsvorgängen in den Samenkanälchen, sowohl im normalen als im experimentell atrophisch gemachten Hoden *P. Bouin* (in Arch. d'anatomie microscop. T. I. 1897) beschäftigt, auf dessen Ausführungen hiermit verwiesen sei. Die Degeneration kann die Zellen in allen Stadien ihrer Entwicklung, auch während der Mitose betreffen. Bei Hodenatrophie erhalten sich am längsten die *Sertoli*'schen Zellen, während die Samenzellen verschwinden, die Kanälchen im Ganzen dünner werden, aber eine relativ dickere theilweise hyaline *Membrana propria* zeigen. Im Hoden des Menschen stösst man auch dann, wenn reichliche Samenfadenentwicklung vorhanden ist, daneben da und dort auf degenerirende Formen von Spermatocyten und Spermatiden, welche durch Kerne mit zu Klumpen geballtem (Pyknose) oder mit zu Körnchen zerbröckeltem Chromatin (Karyorhexis) kenntlich sind. Diese und andere Degenerationsbilder (Karyolyse), die auch bei niederen Wirbelthieren, z. B. den Urodelen (*Flemming*, *Hermann*, *Tettenhamer* in Anat. Anz. VIII. S. 223) vor-

kommen, erschweren das Studium der Spermatogenese und haben oft, durch Verwechslung derselben mit normalen Entwicklungsformen, zu Irrthümern Anlass gegeben um so mehr, als es nicht immer leicht ist, die Degenerationsbilder als solche zu erkennen. Andererseits können auch durch Reagentienwirkungen stark veränderte normale Formen

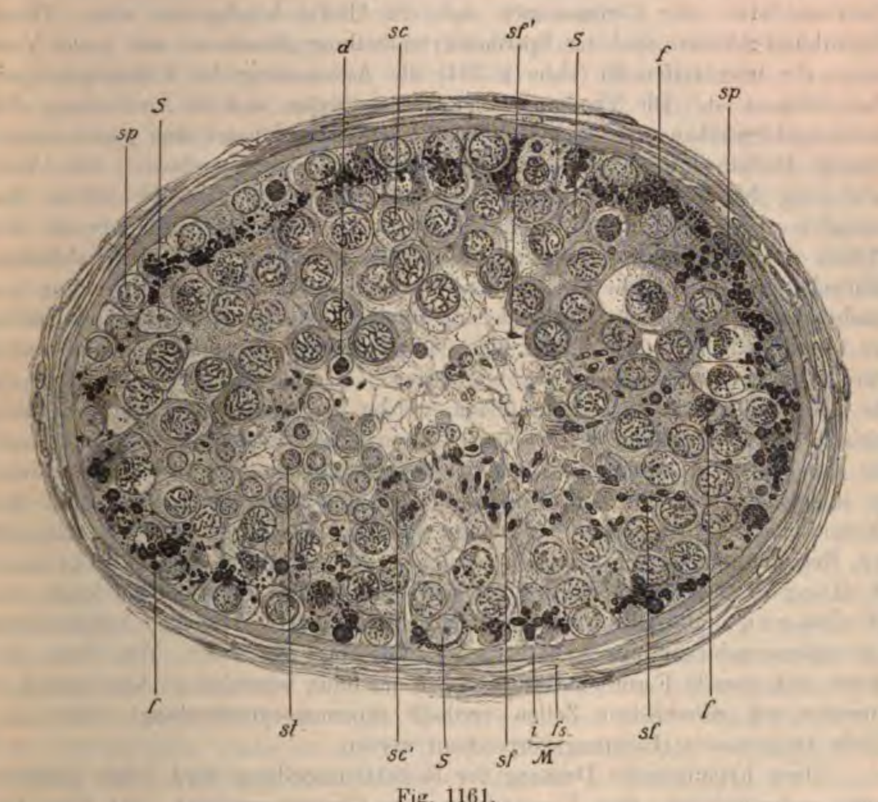


Fig. 1161.

für degenerirte gehalten werden. — Einen eigenthümlichen Befund im Hoden des Menschen beschreibt *Lubarsch* (in *Virchow*'s Arch. 145. Bd. S. 316), nämlich das Vorkommen von, den *Charcot-Böttcher*'schen Krystallen (siehe S. 423) gleichenden Bildungen in den Spermatogonien.

§ 294.

Die Reifetheilungen der Spermatocyten.

Die Entwicklung der Samenfäden aus den Spermatiden nimmt bald, nachdem die letzteren aus der Theilung der Spermatocyten hervorgegangen sind, ihren Anfang. Der Theilungsvorgang der Spermatocyten ist, soweit die

Fig. 1161. Querschnitt durch ein gewundenes Samenkanälchen vom Justifizirten. *Hermann*'s Flüssigkeit. Saffranin. Vergr. 480. *M Membrana propria*; *S* Kerne von *Sertoli*'schen Zellen; *d* Zellkern in Degeneration; *f* Fetttröpfchen (in Osmium geschwärzt) in den *Sertoli*'schen Zellen; *fs* äussere faserige, *i* innere homogene Schicht der *Membrana propria*; *sc* Spermatocyten; *sc'* Spermatocyt in Mitose; *sf* fast reife, *sf'* abgestossene Samenfäden; *sp* Spermatogonien; *st* Spermatiden.

Untersuchungen bei niederen Thieren reichen, allgemein dadurch ausgezeichnet, dass 1. die beiden aufeinander folgenden Theilungen so rasch erfolgen, dass ein eigentliches Ruhestadium des Kernes nicht zu Stande kommt, 2. die für die Mitosen der Gewebezellen und auch der Spermatogonien typische Zahl der Chromatinfäden oder Chromosomen auf die Hälfte herabgesetzt wird. Diese Eigenthümlichkeiten sind der Spermatocytentheilung gemeinsam mit jenem Vorgange, der beim reifen Ei (siehe § 304) als Ausstossung der Richtungskörperchen bekannt ist. Die Theilungen der Spermatocyten und die Ausstossung der Richtungskörperchen werden als analog betrachtet und unter dem gemeinsamen Namen Reifetheilungen der Geschlechtszellen, zusammengefasst. Die Verminderung der Chromosomenzahl bei den Reifetheilungen auf die Hälfte der normalen wird mit der von *E. van Beneden* zuerst für den Spulwurm des Pferdes (*Ascaris megalocephala*) festgestellten und seitdem für zahlreiche thierische und pflanzliche Organismen bestätigten Thatsache in Beziehung gebracht, dass bei der Befruchtung der Spermakern und der Eikern je die Hälfte der Chromosomen für den ersten Kern des werdenden Organismus, den ersten Furchungskern, aus sich hervorgehen lassen. Würden Ei- und Spermakern je die volle Zahl der Chromosomen bilden, welche für die Zellen eines Organismus typisch sind, so müsste sich bei jeder Befruchtung die Zahl der Chromosomen der Furchungszellen verdoppeln und in wenigen Generationen eines Organismus zu einer enormen Zahl sich vermehren. Da die Herabsetzung der Zahl der Chromosomen auf die Hälfte der normalen für Ei und Samenfaden während der Reifetheilungen sich vollzieht, können letztere auch als Reduktionstheilungen bezeichnet werden. Doch wird unter Reduktionstheilung von *Weismann* und seinen Schülern im Sinne der von *Weismann* aufgestellten Ahnenplasmentheorie ein hypothetischer Vorgang verstanden, der darin bestehen soll, dass in Form der Chromosomen qualitativ verschiedene Ahnenplasmen entweder auf verschiedene Zellen vertheilt (Spermatocytentheilung), oder zum Theile ausgestossen (Richtungskörperchen) werden.

Diese hypothetische Deutung der Reduktionstheilung wird schon dadurch wenig wahrscheinlich, dass Verminderung der Chromosomenzahl nicht bloss bei Reifetheilungen von Geschlechtszellen, sondern auch bei den Mutterzellen geschlechtsloser Sporen (*Farne, Moose*) und bei den Zygosporen der Conjugaten erst nach der Conjugation, beziehungsweise Befruchtung, auftritt (*Hartog*: in Biol. Centralbl. 18. Bd. S. 837).

Der morphologische Vorgang der Reifetheilung der Spermatocyten der Säugethiere vollzieht sich, nach Untersuchungen bei der Ratte, in folgender Weise: Die Spermatocyten besitzen bereits während ihres Wachsthums ebenso, wie die Spermatogonien, neben dem Kerne einen eigenthümlichen, fast kugeligen Körper, welcher aus verdichtetem Zellplasma zu bestehen scheint und welcher von den älteren Autoren als Nebenkern, von den neueren als Sphäre, Archiplasma (*Benda*) oder Idiozom (*Meves*) bezeichnet wird (Fig. 1162, *a*, *Jz*). Im Innern der Sphäre lässt sich durch Hämatoxylin-Eisenlackfärbung ein doppeltes Centralkörperchen nachweisen. Der Kern der theilungsreifen Spermatocyten ist im Vergleich zu den ruhenden Spermatogonien mindestens auf den doppelten Durchmesser herangewachsen, das Spirem ist während der ganzen Wachsthumsperiode vorhanden und liegt gegen Ende derselben grösstentheils

der Kernmembran an, während zugleich ein ziemliches Stück der Kernoberfläche vom Spirem frei bleibt (das Polfeld). Ausser dem Spirem, in welchem die Chromatinkörner liegen, kommen im Kerne noch ein oder mehrere eigenthümliche Kernkörperchen vor, die ausserhalb des Spirem's liegen, aber in Kernfärbemitteln (Saffranin) sich lebhaft färben (Fig. 1162, *a*, *N*). Vor der Theilung findet man in der Regel nur ein Kernkörperchen, das in der Gegend des Polfeldes liegt und um diese Zeit (nicht früher und nicht unmittelbar vor Auflösung der Kernmembran) eine kugelrunde, sehr schwach lichtbrechende Vacuole enthält (Fig. 1162, *c*, *N*). Ferner enthält der Kern an einer Stelle der Kernmembran einen eigenthümlichen, linsenförmig abgeplatteten, schwach färbbaren, von *v. Lenhossék* entdeckten Intranuclearkörper (Fig. 1162, *a*–*c*, *Jn*). Vor Beginn der Theilung treten die Spiremfäden erst besonders scharf hervor, zerfallen durch Quertheilung in Stücke, die sich dann der Länge nach theilen, wobei die Enden im Zusammenhange bleiben. So entstehen durch Längstheilung zunächst langgezogene Ringe (*c*). Das Kernkörperchen entleert seine Vacuole unter Bildung einer dellenartigen Einbuchtung. Nun ziehen sich die Chromatinringe, unter gleichzeitiger Verdickung, stark zusammen. Es erfolgt dann die Auflösung der Kernmembran; das Kernkörperchen wird unauffindbar zwischen den Chromosomen, ebenso der Intranuclearkörper. Unterdessen sind die Centralkörperchen gegen den Kern aus dem Idiozom gerückt, und indem sie auseinander weichen, bildet sich zwischen ihnen eine Spindel aus, die zunächst seitlich am Kern liegt und unmittelbar nach Auflösung der Kernmembran noch eine asymmetrische Lage hat. Die Chromosomen liegen noch regellos, bald aber gruppiren sie sich alle als Aequatorialplatte in die Mitte der sehr deutlichen Spindel, von deren Polkörperchen auch eine zarte Polstrahlung ausgeht (*e*). Einzelne kleine Chromatinklümpchen finden sich manchmal ausserhalb der Spindel. In der Aufsicht zeigt die Aequatorialplatte keinen Mutterstern, d. h. es fehlt eine helle Mitte, um welche die Chromosomen radiär orientirt wären (*f*). Die Chromosomen erscheinen im Profil der Aequatorialplatte, die zugleich das Stadium der Umordnung oder Metakinese darstellt, als kurze, z. Th. durchbohrte Stäbchen. Die Zahl der Ringe vor der Theilung — die Zählung ist nur selten möglich — beträgt acht. In der Aequatorialplatte kann man 8—16, manchmal auch mehr Chromosomen zählen, je nachdem die ringförmigen Chromosomen sich bereits in je zwei Schlingen zerlegt oder noch weiter gespalten haben. Das Stadium der Aequatorialplatte ist an fixirten Präparaten das häufigste. Es erfolgt nun die Anaphase, wobei die getheilten Chromosomen, oft in sehr regelloser Weise, einzelne relativ zurückbleibend, gegen die Polkörperchen der Tochterkerne rücken (*g*). Während der Anaphasen kann man in den Tochterkernen nicht selten 16 einzelne Chromosomenstäbchen oder Schlingen zählen, woraus zu schliessen ist, dass vor oder während der Anaphase eine nochmalige Theilung der Chromosomen stattfindet und somit jene Form der mitotischen Zelltheilung vorliegt, welche *Flemming* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 29. Bd.) als heterotypische bezeichnete. Nachdem die Kerne getheilt sind, schnürt sich der Zellleib ein; die erst bauchige Spindel wird fast cylindrisch, dann ein- und endlich durchgeschnürt, wobei die Spindelfäden augenscheinlich am längsten Widerstand leisten (*h*). Die Kerne erhalten endlich eine runde Form (*k*), die Kernmembran wird deutlich, und es bildet sich ein Spirem, das erst stark

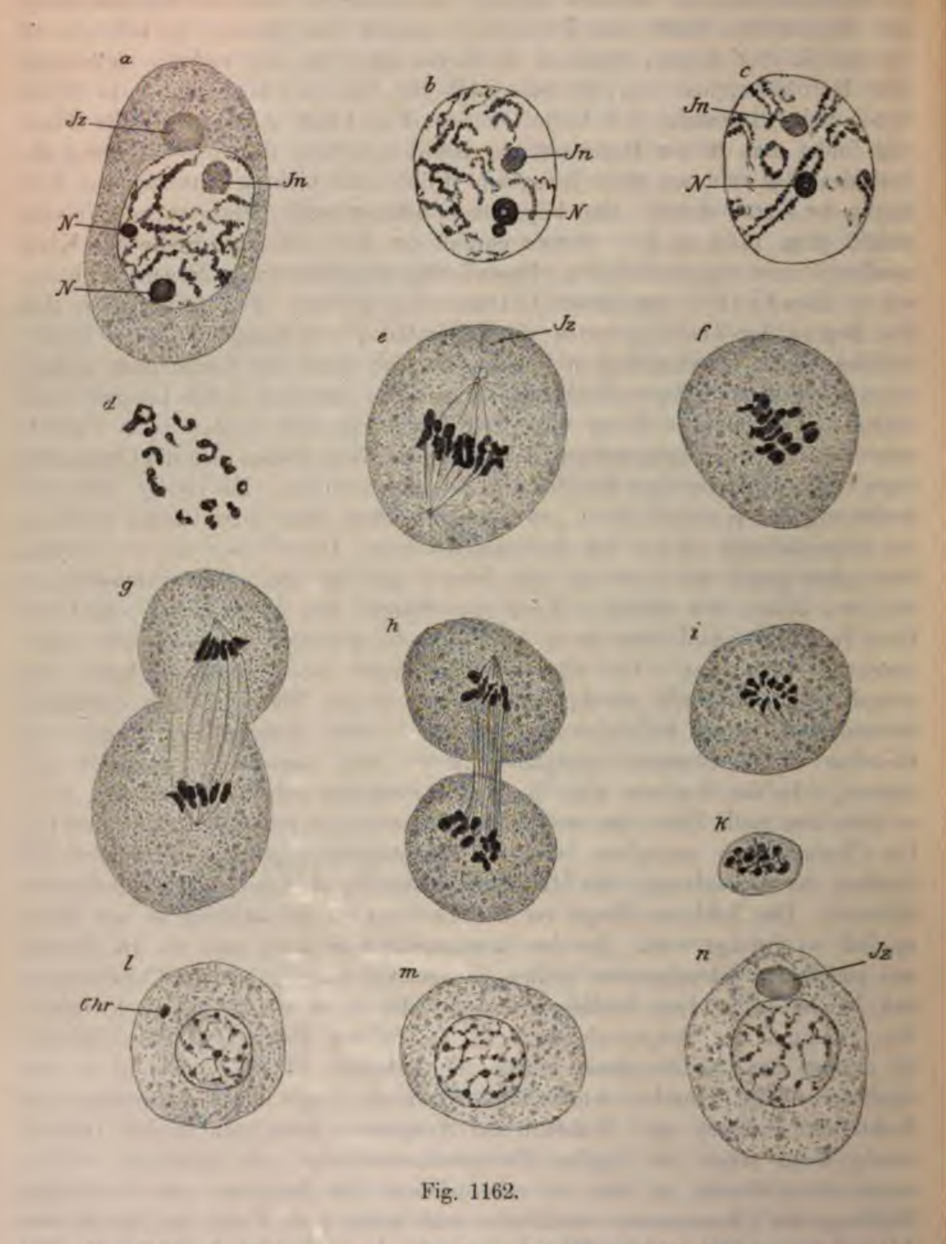


Fig. 1162.

Fig. 1162. Erste Spermatocytentheilung. Schnitt vom Rattenboden. *Flemming's* Gem. Saffranin. Vergr. 1600. *a* Ruhender Spermatocyt I. O; *b* Kern eines solchen unmittelbar vor der Theilung; *c* Längstheilung der Chromosomen; *d* Chromosomen nach Lösung der Kernmembran; *e* Spindel im Profil; *f* Aufsicht; *g* und *h* Theilung; *i* Aufsicht einer Metaphase; *k* Kern in Metaphase; *l m* Wachsthum des Kerns nach der Theilung; *n* ruhender Spermatocyt II. O.; *Chr* chromatoider Nebenkörper; *Jn* Intranuclearkörper; *Jz* Idiozom; *N* Nucleolen, in *b* und *c* mit Vacuole.

färbbar ist, bald aber an Färbbarkeit merklich abnimmt, während zugleich der Kern an Umfang zunimmt und damit eine völlige Ruheform erreicht (*l*, *m*, *n*). Die so entstandenen Spermatocyten II. Ordnung sind von jenen I. Ordnung, abgesehen von ihrer Grösse, durch das Fehlen der oben beschriebenen, eigenthümlichen Kernkörperchen verschieden. Auch einen Intranuclearkörper konnte ich nicht auffinden. Das Idiozom, welches in den Spermatocyten I. Ordnung vorhanden war, ist im Theilungsstadium oft noch lange sichtbar, verschwindet aber schliesslich, um in den Tochterzellen neuerdings aufzutreten (*Jz* in *n*). Häufig sieht man ausserdem in den Spermatocyten II. Ordnung ein Klümpchen stark in Kernfarbstoffen tingirbarer Substanz, den sogenannten chromatoiden Nebenkörper in der Nähe des Kernes (*Chr* in *l*). Vor Beginn der zweiten Theilung (Fig. 1163) zeigen die Spermatocyten II. Ordnung ein deutlich färbbares Spirem, hierauf Quertheilung, dann Längsspaltung mit Ringbildung, wie

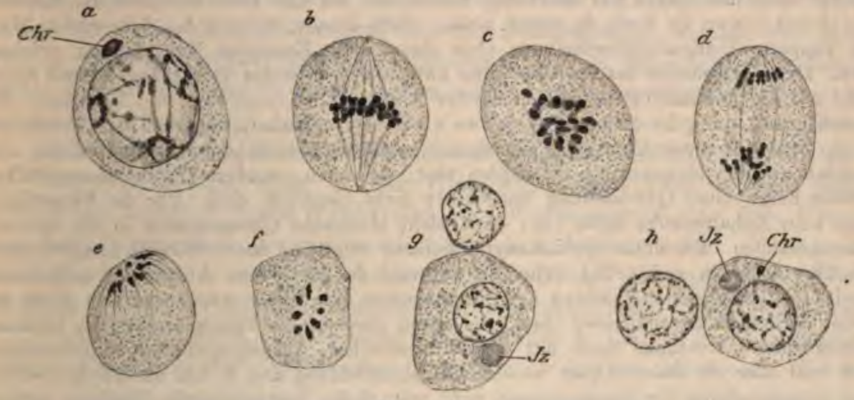


Fig. 1163.

vor der ersten Theilung. Die Mitosen sind viel kleiner, als bei der ersten Theilung und ausserdem ist auffallend, wie *v. Lenhossék* entdeckte, dass die Centralkörperchen der Spindel ganz nahe an die Oberfläche der Zelle heranrücken (*b*, *d*). Nicht selten bilden sich während der Durchschnürung der Spindel deutliche *Flemming*'sche Zwischenkörperchen aus. Die Zahl der Chromosomen beträgt in der Aequatorialplatte 8—16 (*b*, *c*), in den Anaphasen jederseits 8 (*e*, *f*), woraus zu schliessen ist, dass diese zweite Theilung eine homöotypische (also mit einmaliger Längstheilung) im Sinne *Flemming*'s (l. c.) ist, wie dies *Meves* für die zweite Spermatocytentheilung beim Salamander bestimmt nachwies.

Die Theilung der Spermatocyten, von *Brown* und fast gleichzeitig von *Sertoli* genauer topographisch bei der Ratte beschrieben und von ersterem auch abgebildet, wurde zuerst von mir (l. c. 1888) als eine doppelte mit dazwischen eingeschobenem Ruhestadium erkannt. Spätere Untersucher sahen, wie *F. Hermann* bei der Maus und

Fig. 1163. Zweite Spermatocytentheilung von demselben Schnitte wie Fig. 1162. *a* Spermatocyt II. O. mit beginnender Längsspaltung der Chromosomen; *b* Spindel im Profil; *c* Aufsicht; *d* Metaphase Profil; *e* schräg von oben; *f* reine Aufsicht; *g* Spermatide nach der Theilung, darüber ein Kern einer solchen; *h* ruhende Spermatide, links ein Kern einer solchen; *Chr* chromatoider Nebenkörper; *Jz* Idiozom.

Moore bei der Ratte, diese doppelte Theilung nicht, erst *v. Lenhossék* fand dieselbe wieder auf und beschrieb die mitotische Theilung genauer nnd bestätigte das Vorkommen des Stadiums der Kernruhe zwischen den zwei Theilungen. In neuester Zeit hat *H. Schoenfeld* (in Bibliogr. anatom. 1900 p. 74) auch beim Stiere die doppelte Theilung der Spermatocyten genau beschrieben und das dazwischen liegende Ruhestadium beobachtet. Die Untersuchungen bei wirbellosen Thieren hatten unterdessen ergeben, dass hier die zwei Spermatocytentheilungen ohne Ruhestadium einander folgen. Auch für die niederen Wirbelthiere schien dasselbe wahrscheinlich; wenigstens fanden *vom Rath* und ebenso *Meves* beim Salamander kein Ruhestadium. Dass beim Salamander die erste Theilung hetrotypisch, die zweite homöotypisch verläuft, hat *Meves* genau verfolgt. Bei der Ratte ist dasselbe der Fall, wie aus der obigen Darstellung und den beistehenden Abbildungen hervorgeht. Ausführlicheres hierüber habe ich in den Sitzungsberichten der k. Akademie in Wien (108. Bd.) mitgetheilt. In neuerer Zeit haben *Moore* und noch bestimmter *Rawitz* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 53. Bd. S. 35) bei Selachiern zwischen den beiden Spermatocytentheilungen ebenfalls ein Ruhestadium beschrieben und es ist wahrscheinlich, dass dasselbe auch noch bei anderen Wirbelthieren gefunden werden wird und bisher nur übersehen wurde, wie ich dies auch bezüglich der Angaben von *Loukianow* (in Arch. de scienc. biolog. 1898) glaube, welcher bei der weissen Maus die doppelte Spermatocytentheilung ohne dazwischen liegendes Ruhestadium erfolgen lässt. Das Vorkommen des Ruhestadiums zwischen den beiden Theilungen ist mit Rücksicht auf die Reduktionsfrage im Sinne der Anhänger *Weismann*'s von Interesse. Die Reduktionstheilung im Sinne *Weismann*'s soll so verlaufen, dass bei den Theilungen in die beiden Tochterzellen nicht Chromosomenhälften, welche durch Längsspaltung entstanden und als identisch zu betrachten sind, gelangen, sondern Chromosomenhälften, welche Folge einer Quertheilung und daher nicht identisch sind. Für die Säugethiere liegt kein Anhaltspunkt dafür vor, dass nicht identische Chromosomen in die Spermatiden gelangen. Die erste Spermatocytentheilung zeigt eine unzweifelhafte Längstheilung der Chromosomen und selbst wenn die während der Meta- und Anaphasen auftretende zweite (heterotypische) Spaltung der Chromosomen eine quere wäre, was sich nicht mit voller Sicherheit ausschliessen lässt, so wären diese in die Spermatocyten II. Ordnung gelangenden Querstücke doch nur Theile identischer, längsgespaltener Chromosomen. Nun tritt aber ein Ruhestadium, neuerliche Spirembildung u. s. w. und neuerliche zweifellose Längsspaltung der Chromosomen auf, worauf die homöotypische Theilung erfolgt, durch welche wieder identische Chromosomen in die Spermatiden gelangen. Sogenannte „Vierergruppen" von Chromosomen, wie sie bei den Reifetheilungen vieler Wirbellosen beobachtet sind und bei der ersten Reifetheilung auftreten, um schliesslich bei der, ohne Ruhestadium, folgenden zweiten Theilung die Einheiten der Vierergruppen in die vier Enkelzellen gelangen zu lassen, kommen bei den Spermatocyten der Säugethiere auf keinen Fall regelmässig vor, doch hat *H. Schoenfeld* (l. c.) beim Stiere im Wachsthumsstadium der Spermatocyten vor der Spirem- und Ringbildung das Chromatin in Gruppen von je vier Körnern gesehen, die aber später wieder verschwinden. Ausnahmsweise glaubte ich Vierergruppen bei der ersten Theilung zu sehen, doch konnte ich nur einzelne Gruppen, niemals alle Chromosomen in dieser Anordnung finden. *Flemming*, der zuerst die Vierergruppen an Spermatocyten des Salamanders beobachtete, deutete sie als Abnormitäten, ebenso *Meves*, während *vom Rath* sie für typisch hält. Die Zählung der Chromosomen macht bei Säugethieren grosse Schwierigkeiten. Bei der Maus fand *Hermann* 16, *Loukianow* 12 Chromosomen, die bei der zweiten Theilung auf 6 reduzirt werden sollen. Bei der Ratte fanden *Moore* und *ich* 8 Chromosomen, während *v. Lenhossék* die Zahl 12 für die wahrscheinliche hält. *Schoenfeld* schliesst beim Stier auf 12 chromatische Ringe bei der ersten Theilung. Da eine ausführliche Behandlung der Reduktionsfrage hier zu weit führen würde, sei zur Orientierung über dieselbe auf die Darstellungen von *Th. Boveri*, *J. Rückert*, *V. Häcker* (in Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch. 1., 3. u. 8. Bd.), *v. Erlanger* (in Zool. Centralbl. 1897 S. 256), sowie auf *Ives Delage* (L'Hérédité, Paris 1895) und die Referate in den Jahresberichten, insbesondere in L'Année biologique verwiesen. Den gegenwärtigen Stand der Lehre von den Zelltheilungen überhaupt behandelte *F. Meves* in zwei Arbeiten in den Ergebnissen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte (6. Bd. S. 284 und 8. Bd. S. 430).

§ 295.

Histiogenese der Samenfäden.

Nach dem Uebergange in das Ruhestadium zeigen die Spermatiden zunächst noch längere Zeit kugelige Kerne, welche annähernd in der Mitte der Zelle liegen. Im Zellplasma erkennt man schon am frischen, ohne Reagentien behandelten Präparate, einen dichteren, fast kugeligen Körper, das Idiozom (*Meves* [in Ergebn. d. Anat. etc. 6. Bd. S. 313] Nebenkern der älteren Autoren, Archiplasma, Sphäre der neueren), ferner an fixirten Präparaten (Fig. 1163 *h*) in der Regel ein, namentlich in Saffranin, färbbares kleines Gebilde, den chromatoiden Nebenkörper (*Benda*) und endlich knapp an der Oberfläche der Zelle zwei — nur durch Färbungen, insbesondere mit Hämatoxylin-Eisenlack hervortretende — äusserst kleine, hantelförmige Centralkörperchen (Diplosomen), deren Verbindungslinie senkrecht zur Zelloberfläche orientirt ist. Nach *Meves* zeigt das peripher gelegene Diplosom schon um diese Zeit einen feinen, kurzen Faden, die erste Spur des Achsenfadens des Spermatozoënschwanzes, der aus der Zelle herausragt.

Entwicklung des Spermatozoenkopfes. Sehr bald bemerkt man, dass das Idiozom sich dicht an den Kern anlegt und zwar an einer Stelle, welche dem späteren freien Vorderrande des Kopfes entspricht. Das Idiozom zeigt bald in seinem Innern eine Vakuole und ein dichteres, nach *v. Lenhossék* in sauern Farbstoffen besonders leicht färbbares Korn, welches mit der Kernmembran verschmilzt und den sogenannten Spitzenknopf (*Merkel*, Akrosom *v. Lenhossék*) bildet. Es sondert sich weiterhin 1. in den durch Vakuolenbildung blasenartig sich gestaltenden Theil, der die vordere Kernpartie wie eine Kappe (Kopfkappe) überzieht und bis über den grössten Umfang des Kerns nach rückwärts denselben umwächst und 2. in einen plasmatisch bleibenden Theil, der sich von der Kopfkappe loslöst und dann allmählich in den entgegengesetzten Theil des Zellleibes gelangt, wo er keine weitere formative Rolle spielt und schliesslich zu Grunde geht. Der Kern behält während der ersten Bildung der Kopfkappe noch seine kugelige Form; das Chromatin, in Lininfäden eingelagert, erscheint im Ganzen ziemlich spärlich und wenig färbbar. Kurz bevor die Spermatoblastbildung eintritt, rückt der Kern, mit der Kopfkappe voran, ganz an die Peripherie der Zelle; beziehungsweise das Zellplasma schiebt sich so nach hinten, dass der vordere Theil des Kernes nur von der Kopfkappe bedeckt erscheint. Nun erfolgt die Spermatoblastbildung, wobei alle Spermatiden sich so orientiren, dass ihr Kopfende, nach der Wand des Samenkanälchens gerichtet, mit der *Sertoli*'schen Zelle sich verbindet. Sobald die Verbindung vollzogen ist, verliert der Kern der Spermatide sehr rasch seine kugelige Form und bildet sich zu der specifischen Form des Samenfadenkopfes aus. Bei der Ratte plattet sich der Kern zunächst ab und verlängert sich. Der vordere Theil erscheint homogen, nicht färbbar und besteht ausschliesslich aus dem Spitzenknopfe, der Kopfkappe und der Kernmembran. Der hintere Theil, der aus dem eigentlichen Kerne besteht, zeigt ein der Kernmembran anliegendes Netzgerüst mit schwach färbbaren Chromatinkörnern. Bald wird die seitliche Asymmetrie des Kopfes bemerkbar und es zeigt sich, erst leicht angedeutet, die hakenförmige

Biegung des Kopfendes, während am hinteren, eigentlichen Kernende eine schräg gestellte leicht gebogene Abschlusskante sich ausbildet. In dem Maasse, als die definitive Kopfform immer deutlicher hervortritt, verschwindet allmählich der ursprüngliche, vakuolenartige Hohlraum der Kopfkappe, die den Kern bis nahe an sein Hinterende umwachsen hat, immer mehr und die Kopfkappe stellt schliesslich, mit Ausnahme des Hakenstäbchens, das aus dem Spitzenknopf allein hervorgeht, eine dem umgewandelten Kerne dicht anliegende Hülle dar. Der Umwandlungsprozess kann auch so aufgefasst werden, dass die eigentliche Kernsubstanz mehr und mehr nach vorne wächst, ohne jedoch die Hakenspitze zu erreichen. Das Chromatin verliert bald seine körnige Struktur, wird immer feiner vertheilt und stellt schliesslich, mit dem übrigen sich verdichtenden Kerninhalte, eine homogene Masse dar, deren Tinktionsfähigkeit für Kernfärbemittel immer mehr zunimmt und gegen die Spitze des Kopfes bis zum Hakenstäbchen fortschreitet. Die Ausbildung des Kopfes der menschlichen Samenfäden wird durch den Umstand komplizirt, dass nur das freie Kopfende sich stärker abplattet, während der dem Schwanze zugewendete Theil relativ dick bleibt. Die Anlagerung des Idiozoms an das freie Kopfende des Kernes, die Bildung einer Kopfkappe und eines Spitzenknopfes an dem noch kugeligen Spermatidenkern findet sich auch hier. Bei der Umwandlung des runden Kernes zum, im Profile birnförmigen Kopfe erscheint der Gegensatz eines nicht tingirbaren, hellen vorderen Abschnittes gegenüber dem stärker tingirbaren, dickeren Abschnitte besonders grell in der Flächenansicht. Doch erkennt man in der reinen Profilstellung in den späteren Stadien der Kopfbildung, dass auch der vordere Kopfabschnitt nicht weniger tingirbar ist, da in dieser Stellung gleich dicke Theile gesehen werden. Vakuolen in den Samenfadenköpfen halte ich nicht für normal. Es muss immer im Auge behalten werden, dass die Köpfe der Samenfäden in jedem Stadium der Entwicklung der Degeneration verfallen können, wenn auch nebenher normale Spermatogenese im Gange ist.

Entwicklung des Schwanzes. Eine der schwierigsten histogenetischen Fragen ist die Entwicklung des Schwanzes der Samenfäden. *Koelliker* hielt gegenüber der Mehrzahl der Forscher, welche nach Entdeckung des Mittelstückes (Verbindungsstück) durch *Schweigger-Seidel* den Schwanz aus dem Zellprotoplasma entstehen lassen wollten, zähe daran fest (siehe: Die Bedeutung der Zellkerne etc. in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 42. Bd.), dass der ganze Samenfaden ein reines Kerngebilde sei und dass somit der Schwanzfaden aus dem Kerne hervorwachse. *Koelliker* brachte in der 5. Auflage dieses Handbuches (S. 531), auf Grund der Untersuchung frischer Hoden vom Stiere, neue Beobachtungen für diese Ansicht. Diesen zufolge wächst, wie aus beistehender Fig. 1164 zu ersehen ist, am hinteren Kernpole zunächst eine zarte Röhre aus, durch welche vom Kerninnern dann ein feiner Faden hindurchwächst. Das Vorhandensein der zarten Röhre, jetzt Schwanzmanschette (*v. Lenhossék*) genannt, wird nun von neueren Beobachtern bestätigt; dagegen hat sich, nachdem noch *Biondi*, *Benda*, *Fürst*, *G. Niessing* und *C. Niessing* für das Auswachsen des Schwanzes aus dem Kerne eingetreten waren, durch die neueren Untersuchungen von *F. Hermann*, *Moore*, *Meves*, *v. Bardeleben*, *v. Lenhossék*, *Benda*, *Suzuki*, *Schoenfeld* und *C. Niessing* ergeben, dass die erste Anlage des Schwanzes in ganz eigenthümlicher

Weise unter Vermittlung der Centralkörperchen vor sich geht, wie *v. Lenhossék* zuerst für die Säugethiere bestimmt nachwies. Nach den neuesten Untersuchungen von *Meves* beim Meerschweinchen zeigt sich an dem distalen Centralkörperchen der eben gebildeten Spermatide, welches der Oberfläche der Zelle dicht anliegt, schon bald ein kurzes frei hervorragendes Fädchen, das senkrecht zur Zelloberfläche steht und die erste Spur des Achsenfadens des Schwanzes darstellt. Das proximale Centralkörperchen, welches, wie das distale, ebenfalls ein Diplosom ist, hängt mit letzterem nicht zusammen und seine Achse steht senkrecht zu der des Fädchens und später in der Abplattungsebene des Kernes. Beide Diplosomen werden vorläufig zu kurzen Stäbchen und das distale biegt sich in einem fast rechten Winkel in der Ebene der Kernabplattung um. Gleichzeitig rücken beide Centralkörperchen, ihre relative Lage behauptend, gegen den Kern und das distale zieht hierbei den Achsenfaden, der sich fortwährend verlängert, mit sich. Unterdessen hat die Bildung der Kopfkappe begonnen und der Kern die früher erwähnte excentrische Lage eingenommen. Die beiden Centralkörperchen rücken immer näher an den Kern und schliesslich verschmilzt das proximale mit der Kernmembran und wird zum vorderen Endknopfe des Schwanzes. Nun beginnt die **Bildung der Schwanzmanschette.** Nach den Abbildungen von *Meves* zu schliessen, dürfte der Beginn derselben mit dem Stadium der Spermatoblastbildung nahezu zusammenfallen, obwohl dies nicht ausdrücklich gesagt wird. Die Schwanzmanschette wächst nach *Meves* nicht, wie *Koelliker* beim Stiere fand und *Schoenfeld* neuerlich bestätigt, von

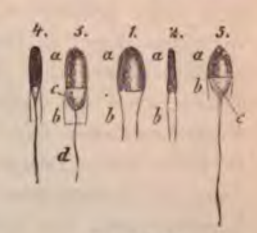


Fig. 1164.

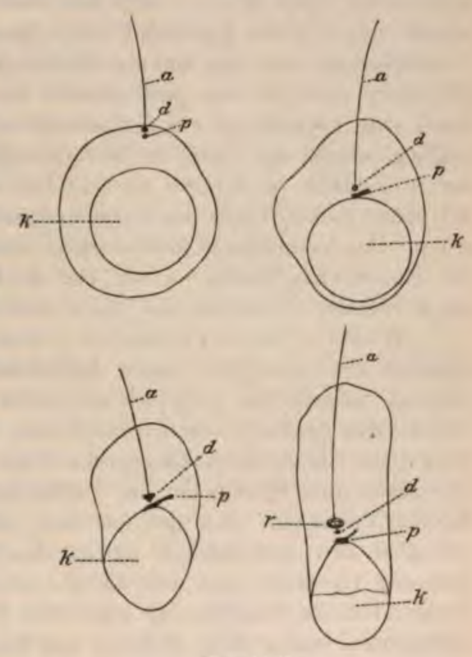


Fig. 1165.

Fig. 1164. Zur Entwicklung der Samenfäden des Stieres. Vergr. 570. 1. 2. Platte Kerne von Samenzellen, vorn bei *a* verdickt, hinten in eine zarte Röhre *b* ausgezogen, von der Fläche und von der Seite. 3. 4. Zwei Ansichten eines solchen Kernes, bei dem schon der Faden hervorsprosst; *c* kegelförmiger, zarter Anhang, der wuchernder Kerninhalt zu sein scheint; *d* Faden; 5. weiter entwickelter Samenfaden, an dem die Röhre *b* in der Rückbildung begriffen ist.

Fig. 1165. Entwicklung des Achsenfadens an Spermatiden des Menschen in vier aufeinander folgenden Stadien nach *Meves*. *a* Achsenfaden; *d* distales Centralkörperchen; *k* Kern beziehungsweise Anlage des Samenfadenkopfes; *p* proximales Centralkörperchen; *r* Ring aus dem distalen Centralkörper abgespalten.

der Kernmembran aus, sondern wird zunächst in Form von Fäden im Zellleibe sichtbar, die am Kern entspringen. Die Anordnung dieser Fäden, die erst spärlich, dann zahlreicher auftreten, ist schräg zur Richtung des Achsenfadens und dieselben liegen in ihrer Gesammtheit in einer Fläche, welche wie eine sanduhrförmige Röhre den Achsenfaden umgiebt. Erst sekundär verkürzen sich die Fäden, von der Zelloberfläche her, bis zur Einschnürung der sanduhrförmigen Figur, verdicken sich und verschmelzen endlich zu einer Membran, welche nun in Form eines Trichters den hinteren Kernpol umgiebt. Während der Ausbildung der Schwanzmanschette erfährt der distale Centralkörper sehr komplizirte Umbildungen, von welchen die bemerkenswerthesten wohl die Umwandlung des vom Kopfe am weitesten entfernten Theiles in eine kreisförmige Platte und dann in einen Ring ist, durch welchen der Achsenfaden hindurch wächst, ferner die Herstellung von Verbindungen zwischen dem Rest des distalen und dem proximalen, mit dem Kopfe verbundenen Centralkörperchen, welche beim Meerschweinchen nach *Meves* mehrfach sind. Dieser mit dem proximalen Centralkörper, nun vorderer Endknopf des Achsenfadens, verbundene Rest des distalen Centralkörpers wird zum hinteren Endknopf des Achsenfadens umgewandelt. Beim Menschen verbindet sich nach *Meves* der vordere und hintere Endknopf nicht durch eine Fortsetzung des Achsenfadens, sondern nur durch eine äussere Umhüllung, welche sich längs des Verbindungsstückes später anlegt. Mit zunehmender Ausbildung des Kopfes verdickt sich allmählich der Schwanzfaden, doch ist der später dickste Theil, das Verbindungsstück, einige Zeit dünner als das Hauptstück. Das Verbindungsstück entsteht innerhalb des Zellkörpers der Spermatide. Bei Samenfäden, welche — wie jene der Ratte — ein sehr langes Verbindungsstück besitzen, verlängert sich daher auch der Zellkörper sehr bedeutend.

Hüllen des Schwanzes. Das Hauptstück entsteht durch Dickenzunahme des primitiven, freien Achsenfadens, der dann noch eine Hülle ausscheidet, während das Endstück als primitiver Achsenfaden bestehen bleibt. Das Verbindungsstück erhält nach *Meves* frühzeitig eine Hülle, die manchmal an einer Stelle durch eine vakuolenartige Blase abgehoben erscheint (siehe Fig. 1166). Der sogenannte Spiralfaden des Verbindungsstückes leitet, wie es scheint, seine Bildung damit ein, dass der aus dem distalen Centralkörper entstandene Ring sich über den Achsenfaden bis an den Beginn des Hauptstückes in distaler Richtung verschiebt und dort als *Jensen*'scher Schlussring stehen bleibt. Während dieser Verschiebung legen sich, dem Ringe folgend, Körnchen aus dem Zellplasma, welche nach *Benda* aus körnigen Fäden (*Mitochondria*) hervorgehen, an den Achsenfaden und wandeln sich zu dem sogenannten Spiralfaden um. Die Schwanzmanschette scheint mit diesem Vorgange in keiner innigeren Beziehung zu stehen, da sie zwar mit der Verlängerung des Zellkörpers zu einer längeren Röhre auswächst, aber dann verschwindet und resorbirt wird, wenn der Schlussring seine Wanderung antritt. Die Ausbildung des sogenannten Spiralfadens, den ich für eine quergestreifte Hülle halte, die durch Verschmelzen von Körnern entsteht, was schon *v. Brunn* sah und später *Benda* bestätigte, erfolgt relativ rasch. Bei der Ratte beginnt sie zu der Zeit, wo die Köpfe der Samenfäden in den *Sertoli*'schen Zellen gegen die Fusskerne derselben an die Wand der Samenkanälchen vordringen und ist bei Beginn der Abstossung der Samenfäden vollendet. Nach *Schoenfeld*'s Beobachtungen beim Stier soll

der Spiralfaden aus dem seitlichen Stäbchen des proximalen Centralkörperchens, welches *Meves* auch vom Menschen abbildet (siehe Fig. 1165), auswachsen.

Veränderungen des Zellplasma der Spermatiden. Das Zellplasma der eben gebildeten Spermatiden erscheint, abgesehen von dem Idiozom und dem chromatoiden Nebenkörper sehr zart-netzig und von wenigen blassen Körnchen durchsetzt. Schon kurz vor der Spermatoblastbildung bemerkt man jedoch im Plasma einzelne äusserst kleine Fetttröpfchen. Nach der Spermatoblastbildung verlängert sich das Zellplasma mit dem zur Anlage kommenden Verbindungsstücke des Samenfadens und stellt dann einen lappenförmigen Anhang des Spermatoblasten dar. In dem Maasse, als diese Formveränderung mit der Ausbildung des Samenfadens fortschreitet, sieht man — am auffallendsten wohl bei der Ratte — im Zellplasma immer zahlreichere, erst staubartig feine Fettkörnchen und Körnchen anderer Art, welche ich wegen ihrer starken Färbbarkeit in Kernfärbemitteln, insbesondere Saffranin, als tingirbare Körnchen bezeichnete, auftreten. Durch diese zunehmende Körnchenausscheidung, welche ausserdem mit einer Grössenzunahme der Körnchen und Verschmelzung derselben verbunden ist, trübt sich das Zellplasma immer mehr, wodurch auch die Beobachtung der späteren Schicksale des Idiozomrestes, des chromatoiden Nebenkörpers, der Schwanzmanschette, sowie der Ausbildung des Verbindungsstückes des Schwanzes sehr erschwert wird. Mit der zunehmenden Körnchenausscheidung geht auch eine merkwürdige Veränderung in dem Fusstheile des Spermatoblasten, in der *Sertoli*'schen Zelle einher. Zur Zeit der Spermatoblastbildung sind die Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen mit zahlreichen 2—5 μ grossen Fetttropfen und mit tingirbaren Körnern erfüllt. In dem Maasse aber, als im Plasma der Spermatiden die Körnchenausscheidung zunimmt, verschwinden die Fetttropfen und tingirbaren Körner aus den Fussplatten und zur Zeit der Ausreifung der Samenfäden findet man keinen einzigen Fetttropfen in den *Sertoli*'schen Zellen. Analoge Vorgänge finden sich auch an den Spermatoblasten des Mannes, obwohl dies wegen der hier gewöhnlichen Regellosigkeit der Samenbildungsvorgänge weniger zweifellos, als bei der Ratte zu beobachten ist. Der mit der Ausreifung der Samenfäden einhergehende Verbrauch von Reservestoffen, welche in den *Sertoli*'schen Zellen angesammelt sind, unter gleichzeitiger Ausscheidung von Fett und färbbaren Körnchen im Plasma der Spermatiden, weist auf einen Ernährungsstrom von den Fussplatten zu den sich entwickelnden Samenfäden hin. Mit der Ausbildung des Verbindungsstückes des Schwanzes erfolgt schliesslich zu der Zeit, wo die Samenfäden von den Spermatoblasten sich loszulösen beginnen, eine Abschnürung des Zellplasma der Spermatiden von dem Verbindungsstücke in Form eines fast kugeligen Ballens, der mit ziemlich grossen Fetttröpfchen und färbbaren Körnern erfüllt ist und mittelst eines Verbindungsfadens — wie *Meves* beim Meerschweinchen beobachten konnte — mit der *Sertoli*'schen Zelle in Zusammenhang bleibt. Der abgestossene Samenfaden zeigt nach Abschnürung des Ballens meist am distalen Ende des Verbindungsstückes eine kleine Verdickung. Während der Abstossung liegen, wie Schnitte deutlich erkennen lassen, die Köpfe der Samenfäden zunächst noch regellos zwischen den abgeschnürten Plasmaballen, später aber werden die Samenfäden, mit den Schwänzen voraus, ganz in die Mitte der Samenkanälchen geschoben, während die mit Körnchen erfüllten Plasmareste

eine die abgestossenen Samenfäden umhüllende Schicht bilden. Wenn dann, bald darauf, ein neuer Satz von Spermatiden zur Spermatoblastbildung schreitet, wandert, wie ich bei der Ratte nachwies, wenigstens ein grosser Theil der mit den Plasmaballen abgestossenen Körnchen und Fetttropfen wieder in die Fussplatten der *Sertoli*'schen Zellen zurück.

Völlige Ausreifung der Samenfäden. Die abgestossenen Samenfäden erreichen ihre völlige Reife erst ausserhalb des Hodens in den ausführenden Samenwegen. Noch im Nebenhoden findet man wenigstens an vielen Samenfäden eine lokale Verdickung des Verbindungsstückes und im Hoden zeigen dieselben fast alle abgestossenen Samenfäden. Diese Verdickung hängt nach *Meves* zusammen mit der Ausbildung einer strukturlosen Hülle, welche den sogenannten Spiralfaden des Verbindungsstückes und den Hals des Samenfadens im Bereiche der Endknöpfe umgiebt. Mit der Ausbildung dieser letzten Hülle und dem Verschwinden der erwähnten Verdickung, ferner mit dem Verschwinden inkonstanter, regelloser, wie zerrissen aussehender Anhänge, zu welchen ich auch den von *v. Bardeleben* am Kopfe der Samenfäden des Menschen beschriebenen „Spiess“ rechne, die dem Kopfende des Samenfadens nach der Loslösung vom Spermatoblasten noch anhaften, ist erst die Form der völlig reifen Spermie im Nebenhoden und Samengang erreicht. Die Spiral- oder Querstreifung des Verbindungsstückes ist an der ausgebildeten Spermie der Ratte kaum mehr zu erkennen, während sie an den abgestossenen Samenfäden im Hoden deutlich hervortritt.

Die Histiogenese der Samenfäden ist zweifellos eines der schwierigsten Kapitel der Histologie und daher reich an Streitfragen. Es handelt sich dabei um Dinge, die zum Theile an der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit liegen, nur mit den stärksten Vergrösserungen und bestem Lichte, zum Theile, wie die Centralkörperchen und die von denselben auswachsenden Achsenfäden, nur mit Hilfe von Färbemethoden, insbesondere mit der Hämatoxylin-Eisenlackfärbung gesehen werden können. Besondere Schwierigkeiten bietet ferner die Verfolgung der Herkunft der in den Spermatiden auftretenden Bildungen: des Idiozoms, des chromatoiden Nebenkörpers, der Centralkörperchen, der Schwanzmanschette und der färbbaren Körnchen. Kein Wunder, dass nur ganz allmählich, durch immer neue Arbeit einige Klarheit gewonnen wird. Am längsten sichergestellt ist, ausgehend von den Untersuchungen *Koelliker*'s (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 8. Bd.) die Umwandlung des Kerns der Samenzelle in den Kopf des Samenfadens. Die feineren Einzelheiten der Kopfbildung sind aber erst in neuerer Zeit aufgeklärt. Schon 1867 hatte *v. la Valette St. George* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 3. Bd.) in den Spermatiden wirbelloser Thiere einen „Nebenkörper“ entdeckt, den echten Nebenkern nach *Meves* (1900), der jedoch in den Spermatiden der Säugethiere, wie *Meves* findet, nicht als einheitlicher Körper, sondern nur in Form von körnigen Fäden, den sogenannten Mitochondrien *Benda*'s vorkommt. Später unterschied *Bütschli* (1871 und 1876) zwei Nebenkörper, von welchen der eine als „Nebenkern“, der andere als Kernhaube bezeichnet wurde. Bei der Verfolgung der Spermatogonien- und Spermatocytentheilung soll sich nach *v. Erlanger* (in Zool. Centralbl. 1897) ergeben, dass der Nebenkern im Sinne *Bütschli*'s aus den Resten der Centralspindelfasern, die Kernhaube aber aus den Centralkörperchen oder Polkörperchen der Spindel mit einer sie umgebenden Plasmamasse, Sphäre (Centrodeutoplasma) hervorgehe. Es stellte sich aber heraus, dass sowohl Spindelfaserreste als Centralkörperchen mit umgebender Sphäre bei den Theilungen der Spermatogonien mit einander in Zusammenhang bleiben können und noch Verbindungen zwischen bereits getheilten Zellen (Zellkoppeln) herstellen können (*Zimmermann*, *Meves*). Die in den Spermatiden vorkommenden Nebenkörper sind in ihrer Herkunft nicht leicht zu verfolgen; doch darf jetzt wohl, nach den Untersuchungen von *v. Lenhossék* und *Meves* als sichergestellt betrachtet werden, dass die

„Kernhaube“ derselben keine Centralkörperchen einschliesst, wie *C. Niessing* noch 1896 glaubte, und daher nicht als Sphäre bezeichnet werden darf. Ich habe wegen der vielen Konfusionen, welche bezüglich der Bezeichnung der Nebenkörper im Plasma der Spermatiden bestehen, den unzweideutigen, von *Meves* gegebenen Namen Idiozom für den, die Kopfkappe und den Spitzenknopf bildenden Körper gebraucht. Die Bildung des Spitzenknopfes wurde zuerst von *F. Merkel* (1874 in Unters. aus dem anat. Institut zu Rostock) beschrieben; eine genauere Darstellung der Bildung der Kopfkappe nnd des Spitzenknopfes gaben in neuerer Zeit *Benda* (1891 in Verh. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin und Arch. f. Physiol. von *Du Bois-Reymond*), *C. Niessing, v. Lenhossék* und *Meves*. *v. Lenhossék* berichtigte den Irrthum *C. Niessing*'s, der den Spitzenknopf theilweise aus den Centralkörperchen entstehen lassen wollte. *F. Hermann* hat bezüglich der Abgrenzung eines vorderen, anfänglich chromatinfreien Theiles des Spermatozoenkopfes, die wohl wesentlich mit der Bildung der Kopfkappe zusammenhängt, die Meinung ausgesprochen, dass die zu einem queren Streifen im Kerne sich ausziehenden Kernkörperchen diese Grenze bedingen. „Es handelt sich hierbei wohl um Chromatinkörner, da eigentliche Kernkörperchen in den Spermatiden nicht vorkommen.

Ein in seiner Herkunft nicht ganz klares Gebilde ist der „chromatoide Nebenkörper“ *Benda*'s, der nach *Moore* ausgestossenes Chromatin des Kernes, nach *v. Erlanger* ein *Hans Rabl*'scher Nebenkern, d. i. ein abgeschnürter Theil des Kerns sein soll. *v. Lenhossék* vermuthet, dass er von den Nucleolen der Spermatocyten abstammt. Der chromatoide Nebenkörper wurde von *F. Hermann* bei der Maus, wo er, wie bei der Ratte sehr deutlich zu sehen ist, zuerst genauer beschrieben. Er hält ihn jetzt für identisch mit dem Centralkörperchen (in Anatom. Anz. 14. Bd. S. 311), was indessen schon mit Rücksicht auf die Grösse und Färbbarkeit in Saffranin nicht richtig sein kann. Dass der chromatoide Nebenkörper direkt durch Abschnürung aus dem Kern entsteht, halte ich für ausgeschlossen, da er bei der Ratte unmittelbar nach der Spermatocytentheilung häufig undeutlich ist, dagegen etwas später, zur Zeit der Bildung der Kopfkappe als regelmässiges Gebilde im Gebiete der sich bildenden Schwanzmanschette gefunden wird. Eine bestimmte Beziehung dieses chromatoiden Nebenkörpers zur Bildung der Samenfäden ist nicht nachgewiesen und in den Spermatiden des Stieres fehlt er nach *Schoenfeld* konstant. Die Centralkörperchenfrage ist von *Meves* (1899) auf das Eingehendste behandelt worden. Beim Salamander wächst das proximale Centralkörperchen nach seiner Vereinigung mit dem hinteren Kernpole des Kopfes zu einem grossen Gebilde heran, das die Hauptmasse des Verbindungsstückes bildet. Der distale Centralkörper wandelt sich in einen Ring um, nachdem vorher aus ihm der Achsenfaden hervorgesprosst war. Der Achsenfaden wächst durch diesen Ring hindurch an den proximalen Centralkörper. Der Ring bekommt dann pessarförmige Gestalt und theilt sich hierauf in zwei Halbringe. Der vordere Halbring verschmilzt mit dem proximalen Centralkörper und bildet dann den hintersten, an Masse unbedeutenden Theil des Verbindungsstückes. Die andere Hälfte des Ringes rückt am Achsenfaden weit zurück und bildet die rinnenförmige Mantelschicht desselben. Den Ring hat *F. Hermann* zuerst gesehen, jedoch nicht zu den Centralkörpern in Beziehung gebracht. Bei den Selachiern wird wie *Suzuki* (in Anat. Anz. 15. Bd.) fand, das Verbindungsstück ebenso, wie bei Salamander wesentlich aus dem proximalen Centralkörper gebildet. Demgemäss sind die Verbindungsstücke der Samenfäden des Salamanders und der Selachier jenen der Säugethiere nicht homolog. Wie der Bau der Spermien ist auch die Entwicklung derselben bei der Unke, wie *Ivar Broman* (in Anat. Anz. 17. Bd. S. 129) verfolgte, ganz eigenthümlich. Bei der Unke bleiben die Centralkörperchen innerhalb des Idiozoms und nachdem aus dem distalen Centralkörper bereits früh die erste Anlage des Schwanzfadens hervorgewachsen, wandert das Idiozom sammt den Centralkörperchen in seinem Innern an das Vorderende des Kernes beziehungsweise Samenfadenkopfes. Es bildet sich dann aus dem Idiozom ein Bläschen, welches zur Bildung des „Spiesses“ (siehe S. 422) in Beziehung tritt, während von den wenig sich verändernden Centralkörperchen, an welchen keine Ringbildung auftritt, die Ausbildung des Schwanzes weiter fortschreitet. Die höchst eigenthümlichen Bau- und Entwicklungsverhältnisse der Samenfäden bei der Unke sind um so merkwürdiger, als selbst bei wirbellosen Thieren, wie *v. Korff* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 54. Bd.) für *Helix pomatia* nachwies, die Centralkörper bei der Bildung des Schwanzes eine ganz ähnliche Rolle spielen können, wie bei den Selachiern.

Die Histiogenese der Samenfäden der Reptilien und Vögel ist mit Rücksicht auf die Centralkörperchen noch nicht untersucht.

Bezüglich des Verhaltens der Centralkörperchen bei den Säugethieren differiren die Angaben *v. Lenhossék*'s, *Meves*' und *Schoenfeld*'s in einigen Einzelheiten, doch stimmen sie in der Hauptsache überein. Dagegen macht *v. Bardeleben* ziemlich abweichende Angaben. Immerhin findet auch er die Centralkörperchen am vorderen Schwanzende. Die Beobachtungen betreffen mit Hämatoxylin-Eisenlack gefärbte Präparate; am frischen Präparate sind die Centralkörperchen nicht sicher zu erkennen. Doch ist der äusserst feine Achsenfaden an Spermatiden mit runden Kernen schon vor langer Zeit von *v. la Valette St. George*, *Merkel*, *v. Brunn*, *Sertoli* u. A. an lebenden Zellen als langes, äusserst feines Fädchen, welches schlagende Bewegungen ausführt, gesehen worden. Ich selbst habe eben solche Fäden bemerkt. Da ich aber auch manchmal an Spermatocyten feine Pseudopodien und, wie *v. la Valette St. George*, bisweilen mehrere solche wahrnehmen konnte, bezweifelte ich ob die an freien Spermatiden mit runden Kernen vorkommenden Fäden als erste Anlage des Spermatozoenschwanzes gedeutet werden dürfen. *v. Brunn* behauptete, wie schon früher *Koelliker*, aufgerollte Fäden im Innern von Samenzellen gesehen zu haben. Nach *Meves* kämen in der That aufgerollte Achsenfäden vor, nur sollen sie nach seiner Darstellung nicht im Innern der Zellen, sondern aussen an deren Oberfläche liegen. Die erste Bildung des Achsenfadens ist jedenfalls höchst schwierig zu erforschen und Täuschungen aller Art sind leicht möglich. Dass der einmal angelegte Schwanz in seinem Hauptstücke sich früher ausbildet, als in seinem Verbindungsstücke, ist sicher festzustellen. Ich gebe hier noch eine Abbildung von einem frischen mit Methylviolett-Kochsalzlösung isolirten Samenfaden des Menschen, an welchem innerhalb der Plasmahülle das Verbindungsstück als ganz feiner Faden (Achsenfaden) zu sehen war, während das Hauptstück bedeutend stärker mit einer ziemlich auffälligen Verdickung den Anfang nahm (Fig. 1166, *A*, *s*). An diesem und ähnlichen Samenfäden konnte ich den feinen Achsenfaden bis an den Kopf verfolgen und erscheint es mir nicht wahrscheinlich, dass beim Menschen der Achsenfaden zwischen vorderem und hinterem Endknopf, wie *Meves* angiebt, unterbrochen sein soll, während er beim Meerschweinchen Verbindungen besitze. Die erste Anlage des Achsenfadens beim Menschen mit den in der Peripherie der Spermatide befindlichen Centrosomen konnte ich — in Ermanglung geeignet konservirten Materials — nicht verfolgen. Dagegen zeigten Schnitte in *Zenker*'s Flüssigkeit fixirter Hodenstückchen von einem Hingerichteten, welche mit Hämatoxylin-Eisenlack und Eosin gefärbt waren, sehr schön Spermatiden, an welchen die Schwanzmanschette zu sehen war (Fig. 1166, *B C*) und innerhalb derselben der Achsenfaden, der bis an den Kopf verfolgt werden konnte und dort wie mit undeutlichen Anschwellungen sich ansetzte. In einiger Distanz vom Kopfe fand sich regelmässig der Ring, durch welchen der Achsenfaden hindurchtritt und weiter, nahe dem distalen Ende der Schwanzmanschette, eine kleine spindelförmige Verdickung am Achsenfaden, welche *Meves* als blasige Abhebung einer Scheide des Achsenfadens am Mittelstücke deutet. An mit Eosin gefärbten Präparaten erschien jedoch diese Verdickung nicht wie eine Blase, sondern als eine gleichmässig röthlich gefärbte Substanz.

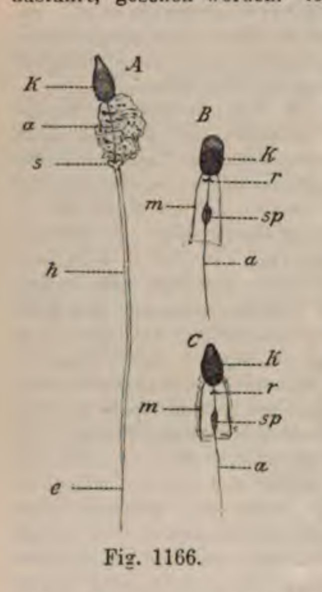


Fig. 1166.

Fig. 1166. Samenfäden in der Entwicklung, vom Menschen. Vergr. ca. 1000. *A* Frisch in Methylviolettkochsalzlös. *B* und *C* von einem Schnitt nach Hämatoxylin-Eisenlackf. früheres Stadium. *K* Kopf des Samenfadens; in *A*: *a* Achsenfaden des Verbindungsstückes im Protoplasma der Spermatide; *s* Schlussring; *h* Hauptstück; *e* Endstück; in *B* und *C*: *a* Achsenfaden; *m* Schwanzmanschette; *r* ringförmiges Stück des hinteren Centralkörpers; *sp* spindelförmige Anschwellung des Achsenfadens.

Uebrigens giebt auch *Meves* für den Menschen an, dass die spindelförmige Auftreibung am Achsenfaden des Verbindungsstückes, die zuerst *v. Bardeleben* sah, aber als Centralkörper deutete, mit Eisen-Hämatoxylin sich tief färbe und nicht wie beim Meerschweinchen als Blase erscheine.

Die physiologische Bedeutung der in die Samenfäden eingehenden Centralkörperchen ist bei den morphologischen Untersuchungen stets im Auge behalten worden. *F. Hermann* kam auf Grund der von *R. Fick* (in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 56. Bd. und Anat. Anz. 7. Bd. S. 818) bei der Befruchtung des Axolotleies beobachteten Thatsache, dass das „Spermocentrum", d. i. das Centrum der Strahlenfigur, die um den in das Ei eindringenden Samenfadenkopf entsteht, nicht in diesem selbst, sondern in dem Verbindungsstücke gelegen ist, wie *Fick*, zu dem Schlusse, dass auch bei der Entwicklung der Samenfäden der Centralkörper sich an das, dem Schwanze zugewendete Ende des Kernes der Spermatide anlegen müsse. Während *Benda*, *Moore* und noch 1896 *C. Niessing* das Centralkörperchen bei Säugethieren im Spitzenknopfe suchten, bezeichnete *F. Hermann* zuerst das Endknöpfchen des Achsenfadens als solches (in Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklgsgesch. 2. Bd. 1893). Die Annahme *Fick*'s und *Hermann*'s hat sich durch die späteren Untersuchungen in so weit als richtig ergeben, als in der That das proximale Centralkörperchen bei Säugethieren den vorderen Endknopf und beim Salamander und den Selachiern den grössten Theil des Verbindungsstückes bildet. Dagegen erfährt das distale Centralkörperchen so komplizirte Umbildungen, dass dasselbe auf keinen Fall als Ganzes bei der Strahlung des Spermocentrums während der Befruchtung betheiligt sein kann. — *v. Lenhossék* und neuerdings *Peter* sehen im Centralkörperchen das Bewegungscentrum des Schwanzes; eine Annahme, welche bereits durch ältere Beobachtungen, denen zu Folge vom Kopfe abgebrochene Schwänze noch Bewegungen ausführen können und durch neuere Versuche von *Meves*, welcher abgeschnittene Stücke des Schwanzes vom Salamander sich bewegen sah, widerlegt ist. Der contractile Theil des Schwanzes ist, wie *Ballowitz* vertheidigt, vor allem der Achsenfaden. Dies geht schon aus der Thatsache hervor, dass der nackte Achsenfaden rundkerniger Spermatiden bereits Bewegungen zeigt und es liegen keine Anhaltspunkte dafür vor, dass bei Säugethieren die Hüllen des Verbindungs- und Hauptstückes aktiv bei der Bewegung des Schwanzes betheiligt sind.

Auf die reiche Literatur über den Bau und die Histiogenese der Samenfäden wirbelloser Thiere soll hier nicht eingegangen werden; um so weniger, als die Centralkörperfrage auch hier erst einer Revision wird unterzogen werden müssen, wozu durch die Arbeiten *Benda*'s (in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1898) und *v. Korff*'s (l. c.) über Helix bereits ein Anfang gemacht ist.

§ 296.

Feinerer Bau des Nebenhodens.

An der beschränkten Stelle, an welcher der Kopf des Nebenhodens mit der *Albuginea* des Hodens fest verwachsen ist, gehen die Kanäle des *Rete testis* in die *Ductuli efferentes* über, welche die Läppchen des Nebenhodens (*Coni vasculosi*) zusammensetzen. An der Uebergangsstelle ändert sich das Epithel plötzlich, indem die niederen Zellen des *Rete testis* mit scharfer Grenze an die viel höheren Zellen der *Ductuli* sich anschliessen (Fig. 1167). Die Scheidewände, welche die Läppchen sondern, bestehen — ähnlich wie die *Septula testis* — aus derbfaserigem Bindegewebe, während im Innern der Läppchen, deren jedes ein einziges, vielfach gewundenes, ausführendes Samenröhrchen enthält, lockeres Bindegewebe sich findet. Die ausführenden Samenröhrchen besitzen eine *Membrana propria*, ähnlich wie die gewundenen Hodenkanälchen; doch ist sie von dem lockeren Bindegewebe der Umgebung weniger scharf abgegrenzt, was theilweise damit zusammenhängt, dass kapillare Blutgefässe da und dort bis dicht an die Basalmembran des Epithels der Kanälchen heran-

dringen. Die *Membrana propria* enthält viele platte endothelartige Zellen, deren Kerne, im Profil gesehen, mit solchen glatter Muskelfasern verwechselt werden könnten. Aus den frischen Nebenhodenläppchen lassen sich zusammenhängende Stücke von Endothelmembranen mit platten, langen, beiderseits zugespitzten Zellen isoliren. Wirkliche glatte Muskelzellen sind im Bereiche der eigentlichen Samenkegel nicht sicher nachgewiesen, erst nahe der Mündung der Kanälchen in den Kanal des Nebenhodens tritt eine deutliche, glatte Muskulatur von wesentlich ringförmigem Verlaufe auf, welche sich in jene des Nebenhodenkanales fortsetzt. Diese mit deutlicher Muskulatur versehenen Mündungsstücke der Samenkegel sind beträchtlich enger, haben einen Durchmesser von 0,08 bis 0,11 mm, während die Röhrchen der eigentlichen Samenkegel Durchmesser zwischen 0,2—0,6 mm erreichen. Sehr eigenartig ist, wie *J. Schaffer* (in Anat. Anz. VII. S. 711) zuerst genauer darlegte, das Epithel in den Samenkegeln des Menschen. Im Gegensatze zu dem Gange des Nebenhodens (Fig. 1171) zeigen die Gänge der Samenkegel (Fig. 1168, 1169) am Querschnitte niemals eine kreisrunde, sondern eine mehr weniger ausgebuchtete Lichtung. Diese Ausbuchtungen rühren in der Hauptsache nicht von Falten des Epithels, sondern von Grübchen desselben her, wie tangentiale Flächenschnitte und Schrägschnitte zeigen (Fig. 1168, *d'*). Die Grübchen sind meistens dicht aneinander gedrängt, manchmal auch in grösseren Abständen und haben einen lichten Durchmesser von 8—20 μ in der Aufsicht und von 10—30 μ im Profil. Der Umriss der Grübchen ist rundlich oder länglich. Da die Grübchen nur innerhalb des Epithels ihre Lage haben, während der Kontur der *Membrana propria* glatt um die Aussenfläche des Epithels zieht, muss man sie als intraepitheliale Drüsen betrachten; eine Auffassung, welche *J. Schaffer* noch weiter damit begründet, dass die Zellen, welche die Grübchen auskleiden, von wesentlich anderer Beschaffenheit sind, als die zwischen den Grübchen vorkommenden Epithelzellen. Letztere (Fig. 1169, *F*, 1170, *A*, *B*) sind von cylindrisch-prismatischer Form, bis 23 μ lang, mit verschmälertem Fussende und tragen an



Fig. 1167.

Fig. 1167. Aus einem Schnitte vom Nebenhodenkopfe und *Mediastinum testis* eines 35jährigen Mannes. $3^1/_2$ % Kaliumbichromat mit 3 % Eisessig. Vergr. 250. *D* Anfang eines *Ductulus efferens*; *R* ein Endstück des Hodensnetzes; *b* Buchten im Epithel des *Ductulus efferens*; *e* Epithel des Hodennetzes; *h* hohes Epithel des *Ductulus efferens*; *ü* plötzlicher Uebergang des einen Epithels in das andere.

ihrer freien Fläche Flimmerhaare von 6.7 — 9 — 11 μ Länge (*Koelliker*). Ihr Protoplasma ist gewöhnlich von Fetttröpfchen und von dunkeln, häufig gelblich oder gelbbraun pigmentirten Körnchen durchsetzt und färbt sich an

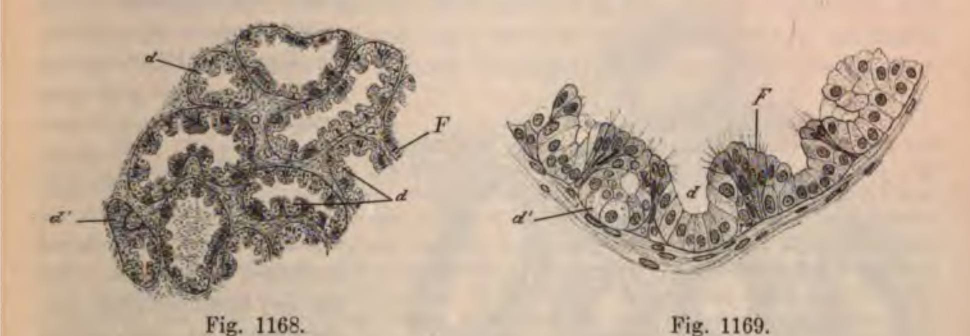


Fig. 1168. Fig. 1169.

fixirten Präparaten ziemlich intensiv in Eosin. Haufig sind die pigmentirten Körnchen mehr an der freien, die Fetttropfen dagegen mehr an der basalen Seite der Zellen angehäuft. Die Zellen, welche die Grübchen auskleiden (Fig. 1169, *d*) sind niedriger, von mehr kubischer Form, entbehren der Flimmerhaare und der Pigmentkörnchen, erscheinen an fixirten Präparaten heller von mehr wabigem Baue und färben sich in Eosin nur schwach, geben jedoch keine Schleimreaktion. Die geschilderte Epithelformation mit den eigenthümlichen intraepithelialen Drüsen macht nun im **Gange des Nebenhodens** (Fig. 1171, *c*) einem zweireihigen **Büschel-** oder Flimmerepithele Platz, das im ganzen Nebenhoden, ja manchmal auch noch mehr weniger weit bis in den eigentlichen Samengang hinein gefunden wird. Die Büschelzellen (Fig. 1170, *C*, 1172, *f*) sind 45—50 μ hoch mit 22—33 μ langen Haaren, welche wie büschelartig verklebt erscheinen und mit ihren Wurzeln nur in den mittleren Theil der freien, durch Schlussleisten miteinander verbundenen prismatischen Zellenenden eindringen. Durch diese büschelartig verklebten Härchen, welche in ihrer Gesammtheit wie eine dicke, zugespitzte, lange Geissel erscheinen, unterscheiden sich diese Zellen wesentlich von den Flimmerzellen der *Ductuli efferentes*, welche letztere jenen des Respirationsapparates ähnlich sind. Das Zellprotoplasma in



Fig. 1170.

Fig. 1168. Querschnitt durch die *Ductuli efferentes* des Hodens. Vergr. 35. *F* Flimmerepithel; *d* Drüsen im Profil; *d'* im Querschnitte.

Fig. 1169. Theil eines Durchschnittes eines *Ductulus efferens*. Vergr. 140. *F* Flimmerepithel; *d* Drüse im Profil; *d'* Drüse schräg durchschnitten.

Fig. 1170. Epithelzellen aus dem Nebenhoden eines Selbstmörders. 350 mal vergr. *A* aus den *Ductuli efferentes*; *B* aus den *Coni vasculosi*; *C* aus dem Anfange des Nebenhodenganges.

den hohen Cylinderzellen des Nebenhodenganges ist feinkörnig, oder auch von bräunlichen Pigmentkörnchen durchsetzt und enthält knapp unter den Haaren, wie *Zimmermann* nachwies, ein doppeltes Centralkörperchen (s. S. 287). Die Kerne der Büschelzellen erscheinen schmal, stäbchenartig in verschiedenen Höhen (Fig. 1172, *f*). Zwischen den Füssen der Büschelzellen, welche sämmtlich mit verschmälerten, manchmal getheilten Fortsätzen, bis auf die Basalmembran herabreichen, ist eine zweite Reihe von Zellen (Fig. 1172, *e*) eingeschoben, welche mit breiter Basis auf der bindegewebigen Grundlage aufsitzen und mit einem kurzen, centralwärts gerichteten Fortsatze zwischen den Büschelzellen sich verlieren. Die Kerne dieser Zellen sind rundlich und unterscheiden sich dadurch auffällig von jenen der Büschelzellen. Diese Lage von rundkernigen Zellen an der Basis der Büschelzellen wurde als zum Ersatze verloren gehender Büschelzellen bestimmt angesehen, ohne dass jedoch die Unmöglichkeit einer mitotischen Theilung der Büschelzellen erwiesen war. Im Gegentheile haben *F. Hermann* (in Ergebnisse d. Anat. etc. 4. Bd. S. 140) und *J. A Hammar* (in Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. Supplem. 1897) gerade an den hohen Cylinderzellen bei Thieren mitotische Theilungen gesehen, während sie in den Basalzellen fehlen. Es ist daher die Deutung der Basalzellen als Ersatzzellen nicht gerechtfertigt. Nach *Hammar*'s Untersuchungen bei Hunden

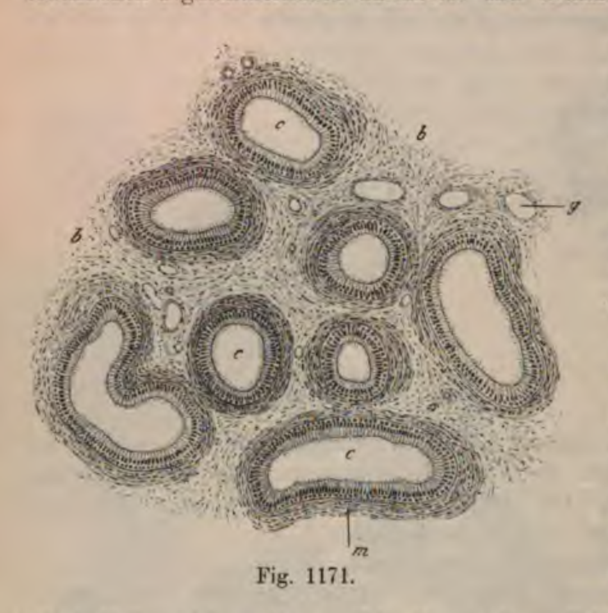


Fig. 1171.

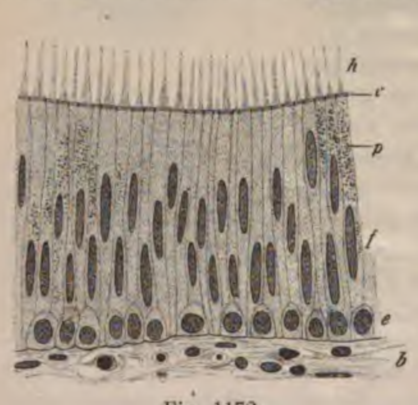


Fig. 1172.

Fig. 1171. Durchschnitt durch den Kopf des Nebenhodens. Vergr. 35. *b* Bindegewebe; *c* Gang des Nebenhodens mit zweireihigem Büschelepithel; *g* Blutgefässe; *m* Muskelschicht.

Fig. 1172. Querschnitt durch das Epithel des Kanales des Nebenhodens. *Müller*'s Flüssigkeit. Hämat. Eosin. Vergr. 700. *b* Bindegewebe und Muskelzellen; *e* Basalzellen des Epithels; *f* Büschelzellen; *p* Pigmentkörnchen in denselben; *c* Cuticularsaum und Schlussleisten (letztere schwarz); *h* Haarbüschel.

kommen denselben, ebenso wie den Büschelzellen, sekretorische Funktionen zu. Nach aussen vom Epithele wird die Wand des Nebenhodenganges zunächst von einer zarten bindegewebigen Grundhaut gebildet, der sich sofort glatte Muskelzellen anschliessen. Die glatten Muskelbündel laufen fast ausschliesslich quer um den Gang und bilden eine Schicht von 15—40 μ Dicke, welche allmählich in das die Windungen des Nebenhodenganges umhüllende Bindegewebe übergeht (Fig. 1171, *m*).

Das Flimmerepithel des Nebenhodens wurde von *O. Becker* (1856) entdeckt und im Gange des Nebenhodens als geschichtet beschrieben mit Rücksicht auf die tiefe Lage rundlicher Zellen; eine Angabe, der sich auch *Henle* und *Koelliker* anschlossen. Erst *E. Neumann* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 11. Bd.) stellte fest, dass die Flimmerzellen bis zur Basalmembran reichen und von der tiefen Lage der rundlichen Zellen facettenartige Eindrücke erhalten. Die sogenannten Flimmerhaare im Nebenhodengange sind sehr eigenthümlich und von ganz anderer Beschaffenheit als jene des Respirationstraktes. Abgesehen von ihrer bedeutenden Länge sind die einer Zelle aufsitzenden Härchen unter einander zu einer einheitlichen Masse verbunden (*Neumann*), welche an dem mittleren Theile des Zellenendes mit relativ breiter Basis wurzelnd gegen das freie Ende sich zuspitzt. Die Epithelzellen des Nebenhodenganges erinnern an einfache Geisselzellen mit einer einzigen, dicken Wimper, die aber eine fibrilläre Zusammensetzung zeigt. Sie verführen zu Vergleichen mit den Geisselzellen, welche in gewissen Kanälchen der Urniere beziehungsweise Niere der Urodelen, besonders schön lebend zu beobachten sind in dem vorderen dünnen Theile, welcher dem Nebenhoden der Säugethiere homolog ist. Beim Salamander sind die Wimpern zu bandartigen, zugespitzten Geisseln verbunden, welche an der Basis 2–5 μ breit und bis 60 μ lang, parallel der Längsachse des Kanälchens, mit der Spitze in der Richtung des Harnstroms, in fluthender wellenförmiger Bewegung sind. Die Wellenbewegung läuft von der Basis zur Spitze der Geissel ab; die Wellenlänge beträgt, nach Beobachtungen an Geisseln, an welchen die Bewegung im Erlahmen ist und daher direkt gesehen werden kann, etwa 20 μ.

Die Büschel der Epithelzellen im Nebenhodengange der Säugethiere und des Menschen sind aber in der Richtung der Zellenachse, wie gewöhnliche Flimmerhaare also senkrecht zur Achse des Ganges gerichtet. Dass sie sich jemals bewegen, ist höchst unwahrscheinlich. *Myers Ward* hält die langen Büschel im Nebenhodengange für Protoplasmafortsätze, von welchen sich Stücke abschnüren können und nicht für Cilien. *A. Aigner*, welcher auf meine Veranlassung bei verschiedenen Säugethieren (Ratte, Kaninchen, Meerschweinchen, Hund, Katze, Stier, Pferd) und beim Menschen den Nebenhoden frisch untersuchte, konnte niemals eine Bewegung an den langen Büscheln der Zellen des Nebenhodenganges sehen, während in den *Ductuli efferentes* die Flimmerbewegung in lebhaftester Weise vor sich ging. Auch vermisste *Aigner* an Schnitten fixirter und entsprechend gefärbter Präparate an der Basis der Büschel der Zellen des Nebenhodenganges die für die Flimmerhaare charakteristischen Basalknötchen, während dieselben an den Flimmerzellen der *Ductuli efferentes* deutlich zu sehen waren. Dies wird von *Gurwitsch* bestätigt. Die Haarbüschel sind also keine echten Flimmerhaare. *Becker*, der Entdecker der Flimmerbewegung im Nebenhoden, spricht nur von den *Coni vasculosi* und an einer einzigen Stelle erwähnt er, er hätte beim Hunde Flimmerbewegung im Nebenhodenkanal gesehen. — Sehr bemerkenswerth sind die konstant vorkommenden körnigen Einlagerungen im Protoplasma der Büschelzellen des Nebenhodenganges, welche *O. van der Stricht* besonders schön im Nebenhoden der Eidechse entwickelt fand und zuerst als Sekretgranula erklärte. Die Sekretionsvorgänge im Nebenhoden der Sauropsiden und Säuger behandelte *Henry* (in Arch. d'Anat. microscop. T. III. p. 229), doch nimmt er auf die besonderen Epithelverhältnisse in den *Ductuli efferentes* der Säuger keine Rücksicht.

Dass die Flimmerzellen in den *Ductuli efferentes* bedeutend niedriger sind, als die Büschelzellen im Nebenhodengange, hebt schon *Koelliker* (Gewebel. 3. Aufl.) hervor. Die Flimmerzellen der *Ductuli efferentes* sehen jenen des Respirationstraktes sehr ähnlich und die Art der Flimmerbewegung ist ebenfalls übereinstimmend und es lässt sich an

ganzen Kanälchen leicht beobachten, dass die im Nebenhoden noch nicht aktiv sich bewegenden Samenfäden von dem Flimmerstrom fortgetrieben werden. Es ist bemerkenswerth, dass Muskeln an den *Ductuli efferentes* fehlen, während sie am Nebenhodengange sofort deutlich hervortreten. Es liegt daher die Vermuthung nahe, dass in den Nebenhodenläppchen die Samenfäden durch den Flimmerstrom, im Nebenhodenkanal aber, wie im Samengang durch Muskelbewegung weiter befördert werden.

Von den eigenthümlichen Grübchen in den Gängen der Nebenhodenläppchen des Menschen hatte man in älterer Zeit nur unvollständige Anschauungen gewonnen und sie meistens als durch Falten des Epithels bedingt betrachtet. Erst *J. Schaffer* deckte den wahren Sachverhalt auf. Seine Angaben wurden bald von *P. Stöhr* bestätigt (in Histol. 6. Aufl.). *J. A. Hammar* fand beim Hunde, ähnlich wie *Hermes* beim Menschen, in den *Ductuli efferentes* keine Drüsen, wohl aber zweierlei Zellen, nämlich solche mit und solche ohne Flimmerhaare, in welch letzteren er Sekretionsvorgänge nachweisen konnte. Er deutet diese Befunde so, dass die flimmerlosen, secernirenden Zellen aus Flimmerzellen hervorgehen sollen, die während der Sekretion ihre Flimmerhaare verlieren und nach Ausstossung des Sekretes wieder bilden. Er nimmt also nur einerlei Art von Zellen in den Kanälchen an, welchen er sekretorische Funktionen zuschreibt und will diese Deutung auch auf die Befunde beim Menschen übertragen. Zu ähnlichen Resultaten gelangte *Henry*. Es scheint mir aber nicht bewiesen, dass die Zellen mit und ohne Flimmerhaare nur verschiedene Funktionszustände derselben Zellenart sind und die Befunde *Aigner*'s sprechen mehr dafür, dass die secernirenden Zellen ähnlich, wie die Becherzellen der Respirations- und Darmschleimhaut specifische Drüsenzellen sind. Gerade die Befunde *J. Schaffer*'s beim Menschen, bei welchem die secernirenden Zellen, in der Regel wenigstens, in eigenen intraepithelialen Drüschen angeordnet sind machen die Auffassung *Hammar*'s unwahrscheinlich. *C. Benda* (in *Zülzer*'s Klin. Handb. der Harn- und Sexualorg. 1. Abth. S. 80) stellt die Existenz der *Schaffer*'schen Drüsen in Abrede. Die Abbildung jedoch, die er von einem *Ductulus efferens* giebt, lässt keinen Zweifel, dass nicht ein solcher, sondern ein *Ductus epididymidis* der Beschreibung zu Grunde lag. Die Zellen des *Ductus epididymidis* scheinen sämmtlich absondernde Elemente zu sein und die Haarbüschel derselben, wie *Aigner* und *Gurwitsch* übereinstimmend annehmen, besondere Apparate von Drüsenzellen darzustellen. Bei der Ratte fand *Aigner* konstant die Epithelzellen verschieden im Kopfe, Körper und Schwanze des Nebenhoden. Hoch und eigenthümlich vacuolisirt im Kopfe, hell und niedrig im Körper, wieder höher und körnig im Schwanze. — Ebensowenig als *Hammar* beim Hunde konnte ich beim Menschen an den Kanälchen der Samenkegel glatte Muskeln auffinden. *Aigner* suchte nach solchen bei Thieren ebenfalls vergeblich.

§ 297.

Anhangsgebilde des Nebenhodens.

Mit dem Hoden und Nebenhoden stehen einige funktionell bedeutungslose Anhangsgebilde in Verbindung, welche aus der Rückbildung embryonaler Anlagen hervorgehen, und zwar einerseits aus dem *Müller*'schen Gange, welcher in seinem kranialen Theile beim Weibe zur Tube wird, beim männlichen Embryo jedoch bis auf Spuren verschwindet, anderseits aus jenem Theile der Urniere oder des *Wolff*'schen Körpers, welcher beim Aufbaue des Nebenhodens keine Verwendung findet. Zu den Rudimenten des *Müller*'schen Ganges gehören 1. der fast regelmässig vorkommende Hodenanhang (*Appendix testis*) oder die ungestielte *Morgagni*'sche Hydatide, 2. die selteneren Nebenhodenanhänge (*Appendices epididymidis*) oder gestielten *Morgagni*'schen Hydatiden, welche, wo sie vorkommen, meist einzeln, selten zu 2—4 am Nebenhoden sich finden.

Der Hodenanhang, welcher als etwa 5—10 mm langes, gewöhnlich abgeplattetes Gebilde am oberen Ende des Nebenhodens der eigenen Scheiden-

haut des Hodens dicht anliegt, besteht in der Hauptsache aus einem gefässreichen Bindegewebe, in welchem namentlich bei jugendlichen Individuen von Cylinderepithel, seltener von Flimmerepithel ausgekleidete Reste des *Müller*-schen Ganges sich finden, welche auch frei in einer grubigen Vertiefung der Oberfläche ausmünden können. Ausnahmsweise sind die von Epithel ausgekleideten Gänge buchtig und von glatter Muskulatur umgeben, wodurch sie einer Tube ähnlich werden (*Toldt*). Die Oberfläche des Hodenanhanges ist nicht selten mit mehreren grubigen Vertiefungen versehen, in welchen, wie *E. Fleischl* (in Centralbl. f. med. Wissensch. 1871 S. 49) entdeckte, Flimmerepithel vorkommt. Verbindungen der Epithelkanälchen, welche bisweilen auch zu kleinen Bläschen sich umwandeln, mit den Kanälchen des Nebenhodens oder Hodens finden sich — entgegen älteren Angaben *Luschka*'s — nach den Untersuchungen *Toldt*'s, welche sich auf 105 Hoden von Erwachsenen und 27 von Kindern beziehen, niemals. Die Nebenhodenanhänge sind in ihrem histologischen Baue dem Hodenanhange sehr ähnlich; auch hier fand *Toldt* keine Verbindung der Reste des *Müller*'schen Ganges mit Nebenhodenkanälchen.

Zu den von der Urniere abstammenden Anhängen des Nebenhodens gehört 1. der regelmässig vorkommende *Ductulus aberrans inferior*, welcher einen seitlichen Anhang am Schweife des Nebenhodens darstellt, der mit dem *Ductus epididymidis* in Verbindung steht und 2. der nur als Varietät sich findende *Ductulus aberrans superior*, welcher gleichsam einen *Ductulus efferens* des Hodens darstellt, der seine Verbindung mit dem Nebenhodenkanal verloren hat.

3. Die *Paradidymis* (*Waldeyer*, *Paraëpididymis Henle*) oder das Organ von *Giraldès* (*Koelliker*), welche in Form von kleinen, weissen Körperchen den Venen des Samenstranges vorn anliegend in der Nähe des Nebenhodenkopfes sich findet, ist ein funktionslos gewordener Rest der Urniere. Nach *Toldt* (in Verh. d. anat. Gesellsch. VI. Vers. S. 241) ist bei älteren Embryonen und Kindern die *Paradidymis* entweder ein einzelnes, vielfach gewundenes, beiderseits blind geschlossenes mit Ausbuchtungen versehenes Kanälchen, das mit Cylinderepithel ausgekleidet ist, oder es kommen deren 2—4 vor. Nach *Koelliker* (5. Aufl.) enthält das Epithel reichlich Fett. Im späteren Kindesalter und bei Erwachsenen findet sich ein ziemlich weites, mit ampullenartigen Ausbuchtungen versehenes, gewundenes Kanälchen, das hinter dem Kopfe des Nebenhodens gelegen, bald beiderseits blind geschlossen ist, bald am einen Ende mit dem oberen Pol des Hodens, bald mit dem Körper des Nebenhodens in Verbindung steht, oder endlich einerseits in den Hoden anderseits in den Körper des Nebenhodens mündet. Diese Kanälchen können auch Samenfäden enthalten und stellen sich als aberrante Formen von *Ductuli efferentes* dar. Nach *Klein* (in *Stricker*'s Handb. S. 638) enthält das die Kanälchen der *Paradidymis* umhüllende Bindegewebe ausser elastischen Fasern auch cirkulär verlaufende glatte Muskelbündel. Mit den Kanälchen der *Paradidymis* nahe verwandt sind die im hinteren Theile des Nebenhodens nicht selten vorkommenden Cysten, welche mittelst eines Kanälchens mit dem oberen Ende des Hodens sich verbinden.

Die Bildung und Rückbildung des *Giraldès*'schen Organes bei Thieren (Kaninchen, Hund, Katze) untersuchte eingehend *Adb. Czerny* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 33. Bd.). Bei jungen Thieren ist noch der Zusammenhang der Schläuche mit Knäueln der Urniere,

welche später unter Pigmentbildung zu Grunde gehen, deutlich nachzuweisen. *J. Wiesel* machte in jüngster Zeit (in Sitzb. d. k. Akad. in Wien 108. Bd. S. 257) auf das häufige Vorkommen accessorischer Nebennieren am Nebenhoden des Menschen aufmerksam und fand solche auch, ebenso wie *Cl. Regaud* (in C. r. de la soc. de biologie Sér. 11, T. I. p. 469) bei der Ratte. *O. Aichel* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 56. Bd. S. 1) der, im Gegensatze zu den jetzt herrschenden Lehren (siehe § 286, S. 393), die ganze Nebenniere aus der Urniere entstehen lässt, behauptet, dass bei weiblichen Embryonen regelmässig Nebennieren aus dem Epoophoron und Paroophoron hervorgehen, bei männlichen Embryonen aber am Nebenhoden (homolog dem Epoophoron) und am Samenstrange (an einer der Lage nach dem Paroophoron entsprechenden Stelle) homologe Nebennieren gefunden werden. Die Frage über die Bedeutung der neben den Geschlechtsdrüsen vorkommenden Urnierenreste erfährt durch diese Angaben, falls sie sich als richtig ergeben, eine weitere Komplikation.

§ 298.

Hüllen, Gefässe, Nerven des Hodens und Nebenhodens. Der Hoden sammt seiner Faserhaut und ein Theil des Nebenhodens werden zunächst von der eigenen Scheidenhaut, *Tunica vaginalis propria* (Fig. 1135 *b, d, f*), umschlossen, einer dünnen, serösen Haut, die entwicklungsgeschichtlich ein Theil des Bauchfelles ist und im Baue demselben entspricht. Ihr Epithelium (Fig. 1173), aus einer 11 μ dicken Lage heller, vieleckiger, 11—18 μ grosser Zellen mit schönen Kernen und hie und da einzelnen, gelblichen Pigmentkörnern gebildet, sitzt am Hoden der *Albuginea* unmittelbar auf oder ist wenigstens hier als sogenannte *Tunica adnata testis* oder als viscerales Blatt der *Propria* untrennbar mit der *Albuginea* verschmolzen, während am Nebenhoden die *Serosa* sich deutlich darstellen lässt und wie in ihrem wandständigen Blatte aus straffem Bindegewebe mit länglichen Zellen untermengt besteht.



Fig. 1173.

Die allgemeine Scheidenhaut des Hodens, *Tunica vaginalis communis*, ist eine derbe, ziemlich dicke, am Hoden aus festem Bindegewebe gebildete, höher oben aus mehr lockerem Faserwerk mit elastischen Fasern bestehende Haut, die die *Vaginalis propria* eng umschliesst und auch den Samenstrang und das untere Ende des Nebenhodens umhüllt. Zwischen ihr und der *Propria* und dem Nebenhoden liegt, ungefähr den zwei unteren Dritttheilen entsprechend, eine vor Jahren von *Koelliker* aufgefundene, mit beiden Theilen fest verbundene Lage glatter Muskeln, die innere Muskelhaut des Hodens (*Cremaster internus, Henle*), von welcher aus von *Koelliker* und *Henle* Muskelfasern längs des Samenleiters in den Samenstrang verfolgt worden sind. In den äusseren Lagen der *Vag. communis*, die eine Fortsetzung der *Fascia transversalis* der Bauchwand ist, verläuft der von den Bauchmuskeln abstammende *Cremaster* (*Crem. externus, Henle*), dessen quergestreifte Muskelfasern von Scheiden von elastischen Fasern umgeben sind und mit Sehnen aus solchen in der *Vag. communis* sich verlieren (*Henle*). Nach aussen stellt die *Fascia cremasterica* eine ganz dünne Bindegewebslamelle als Fortsetzung der *Fascia superficialis* dar und vermittelt die Verbindung mit dem Hodensacke. Der Hodensack endlich besteht aus der mit der *Communis* locker verbundenen

Fig. 1173. Epithel der *Vaginalis propria*. 1. Von der Fläche, 2. Kerne der Zellen, 3. Seitenansicht, 350 mal vergr. Vom Menschen.

äusseren Muskelhaut des Hodens oder der Fleischhaut, *Tunica dartos*, über welche Bd. I S. 163 zu vergleichen ist, und der äusseren Haut, die durch ihre Dünne, den Mangel an Fett, die Färbungen der *Epidermis* und die meist grossen Talg- und Schweissdrüsen sich kennzeichnet. Der *Raphe scroti* entsprechend findet sich im Innern des Hodensackes das aus derbem Bindegewebe bestehende *Septum scroti*. Im hinteren Theile des *Scrotum* beschreibt *Henle* neben dem *Septum* einen Zug von Fettgewebe, der das Fett des *Mons veneris* mit dem des Dammes verbindet.

Die Blutgefässe des Hodens und Nebenhodens stammen hauptsächlich aus der engen und langen *Spermatica interna*, die, im Samenstrange verlaufend, vom hinteren Rande her an den Hoden herangeht, jedoch vor ihrem Eintritte in den Hoden mit der *A. deferentialis* und meistens auch mit der *A. spermatica externa* Anastomosen eingeht, und theils gleich in den *Highmor*'schen Körper eindringt, theils mit vielen Aesten geschlängelt in der Faserhaut des Hodens und an der inneren Fläche derselben nach dem vorderen Rande sich wendet. Die gröberen Aeste treten theils vom *Highmor*'schen Körper, theils von den Abgangsstellen der *Septula testis* von der *Albuginea* aus in das Innere des Hodens, von denen aus dann viele kleinere Gefässchen ins Innere der Läppchen dringen und um die Hodenkanälchen ein eher weitmaschiges Netz von 6—18 μ weiten Kapillaren bilden. Am Nebenhoden findet sich ein ähnliches, nur noch spärlicheres Netz, an dem auch die *Art. deferentialis* sich betheiligt (Fig. 1173), dagegen sind das *Scrotum* und die Scheidenhäute von den *Artt. scrotales* und der *Spermatica externa* mit Gefässen reichlich versorgt. — Die Venen wiederholen die Arterien, und was die Lymphgefässe anlangt, so sind einmal diejenigen des *Scrotum* und der Scheidenhäute recht zahlreich, dann aber auch nach den schönen Untersuchungen von *Panizza* (*Osservazioni* Tab. VIII), die *Arnold* bestätigt und *Ludwig* und *Tomsa* erweitert haben, diejenigen des Hodens sehr entwickelt. Dieselben kommen theils aus dem Innern, theils von der Oberfläche von Hoden und Nebenhoden, erzeugen unter der Serosa schöne Netze und führen durch mehrere im Samenstrange gelegene Stämmchen, die mit denen der Scheidenhäute sich verbinden, schliesslich zu den Lendendrüsen, worüber *Sappey* und *Most* (in *Virchow*'s Arch. 154. Bd.) die eingehendsten Untersuchungen machten.

Die spärlichen Nerven des Hodens stammen vom *Plexus spermaticus internus* und verlaufen mit den Arterien zum Hoden. Mit der *Golgi*-Methode haben *G. Retzius* (in Biol. Untersuch. N. F. 5. Bd.) und *G. Sclavunos* (in Anat. Anz. 9. Bd. S. 42) um die Gefässe feine Nervengeflechte dargestellt. *Retzius* konnte die einst von *Letzerich* (in *Virchow*'s Arch. 42. Bd.) angegebenen, die *Membrana propria* der gewundenen Samenkanälchen durchbohrenden Fäserchen nicht auffinden, dagegen behauptet *Sclavunos* solche gesehen zu haben, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass die hierzu gegebene Abbildung dies nicht erkennen lässt. *Timofeew* (in Anat. Anz. 9. Bd. S. 342) konnte keine Nervenfasern ins Innere der Samenkanälchen verfolgen und vermuthet, dass die scheinbar zu denselben verlaufenden Fäserchen für kapillare Gefässe bestimmt seien.

An den Nerven des Nebenhoden finden sich spärliche Ganglien, deren Zellen dem sympathischen Typus angehören und nach *Timofeew* an ihrer

Oberfläche pericelluläre Endgeflechte besitzen. Derselbe Autor fand mit Hilfe der Methylenblaufärbung um die Kanälchen des Nebenhodenkopfes der weissen Ratte einen doppelten Nervenplexus, einen gröberen, mit länglichen Maschen und einen zweiten mit mehr querverlaufenden, welcher der Aussenfläche der Epithelzellen dicht umliegt. Ein Eindringen der Fäserchen zwischen die Epithelzellen konnte jedoch nicht beobachtet werden.



Fig. 1174.

Im Samenstrang, ausserhalb der Cremasterscheide, sowie im Gewebe der *Tunica dartos* fand *Rauber* (in 4. Aufl. von *Quain-Hoffmann*'s Anatom. 2. Bd. S. 631) ziemlich zahlreiche *Vater-Pacini*'sche Körperchen.

Nach den Untersuchungen von *Ludwig* und *Tomsa* (Wien. Sitzungsber. Bd. XLIV. S. 221) ist das Innere des Hodens ungemein reich an Lymphgefässen, und bilden ihre Anhänge ein weites, die Samenkanälchen umgebendes Röhrensystem ohne eigene Wand. Diese Erfahrungen haben *His* (Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. S. 469), *Tommasi* (*Virch.* Arch. Bd. XXVIII. S. 370) und *Frey* (Ebenda S. 563) bestätigt und erweitert und stellt sich nun heraus, dass auch diese Bahnen das gewöhnliche Epithel der Lymphgefässanfänge besitzen und ein reiches Netz weiter, zarter Kanäle darstellen (*His*), welche nach Art von wirklichen Gefässen die Samenkanälchen umspinnen. *Koelliker* (in 5. Aufl. S. 533) konnte diese Erfahrungen nach Injektionen mit Höllenstein für den Menschen und den Stier bestätigen und fand beim Stier die Durchmesser der feinsten Röhren zu 40—190 μ, während die Endothelzellen die bedeutende Länge von 90—110 μ und eine Breite von 10—20 μ besitzen. Ausser diesen wirklichen Gefässen lassen sich aber durch Höllenstein auch noch überall auf den Samenkanälchen die von *Tommasi* beschriebenen, mehr polygonalen Endothelzellen darstellen. Spätere Untersuchungen von *R. Gerster* (in Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklgsgesch. Bd. II. S. 36) und *Cl. Regaud* (Les vaissaux lymphatiques du testicule. Lyon 1897 Thèse) ergaben, dass die Lymphgefässe in den Hodenläppchen geschlossene Netze bilden, welche mit den die Samenkanälchen umgebenden Bindegewebsspalten nicht direkt zusammenhängen. Doch ging *Cl. Regaud* offenbar zu weit, indem er die Endothelzellenbelege an der äusseren Wand der Samenkanälchen leugnete. Die eigentlichen Lymphkapillaren stehen, wie *Gerster* feststellte, mit den Samenkanälchen nicht in Berührung, sondern halten sich in möglichster Entfernung von denselben und umschliessen häufig mit ringförmigen Anastomosen die Blutgefässe. Nach *Cl. Regaud*'s Untersuchungen findet man bei Thieren im Innern des Hodens entweder gar keine Lymphgefässe (Ratte, Kaninchen) oder sie beschränken sich auf die *Septula testis* (Meerschweinchen), während bei anderen reichliche Lymphgefässnetze in den Läppchen zwischen den Samenkanälchen sich finden (Widder, Stier, weniger ausgesprochen beim Kater). Aehnlich wie beim Widder und Stier verhalten sich nach den Untersuchungen *Gerster*'s die Lymphgefässe beim Menschen. Die *Albuginea* und das *Mediastinum testis* enthalten ebenso wie der Nebenhoden bei allen untersuchten Thieren reichliche Netze von relativ weiten Lymphgefässen, doch hängen die oberflächlichen Lymphgefässe, wie *V. Livi* fand, nirgends durch Stomata mit der serösen Höhle der eigenen Scheidenhaut zusammen. Lymphknötchen scheinen im Allgemeinen im Hoden zu fehlen, doch finde ich an Schnitten vom Hoden eines Fohlen zerstreute Lymphknötchen von 0,2—0,5 mm Durchmesser theils unter der *Albuginea*, theils mitten im Hoden in den *Septula* und in dem strangartig den Hoden durchsetzenden *Mediastinum testis*.

Fig. 1174. Gewundenes Samenkanälchen vom 2jährigen Knaben. Chromsilberimprägnation. Schwache Vergr. Nach *Timofeew*. *g* Nervengeflecht an der vorderen, *g'* an der hinteren Seite des Kanälchens; *n* zutretendes Nervenstämmchen; *ss* Samenkanälchen.

§ 299.

Samenleiter, Samenbläschen und accessorische Geschlechtsdrüsen. Die Samenleiter, *Ductus deferentes*, sind im Mittel 2—3 mm weite, drehrunde Kanäle mit Wänden von 1,1—1,5 mm und einer Lichtung von 0,50—0,75 mm, die zu äusserst aus einer dünnen Faserhaut, dann einer mächtigen glatten Muskellage und zu innerst einer Schleimhaut zusammengesetzt sind (Fig. 1175). Die Muskelhaut von 0,9—1,3 mm Dicke besitzt eine äussere Längsfaserschicht, eine mittlere ebenso mächtige Lage von queren und schiefen Fasern, und eine dünnere nur $^1/_5$ der ganzen Muskelhaut betragende

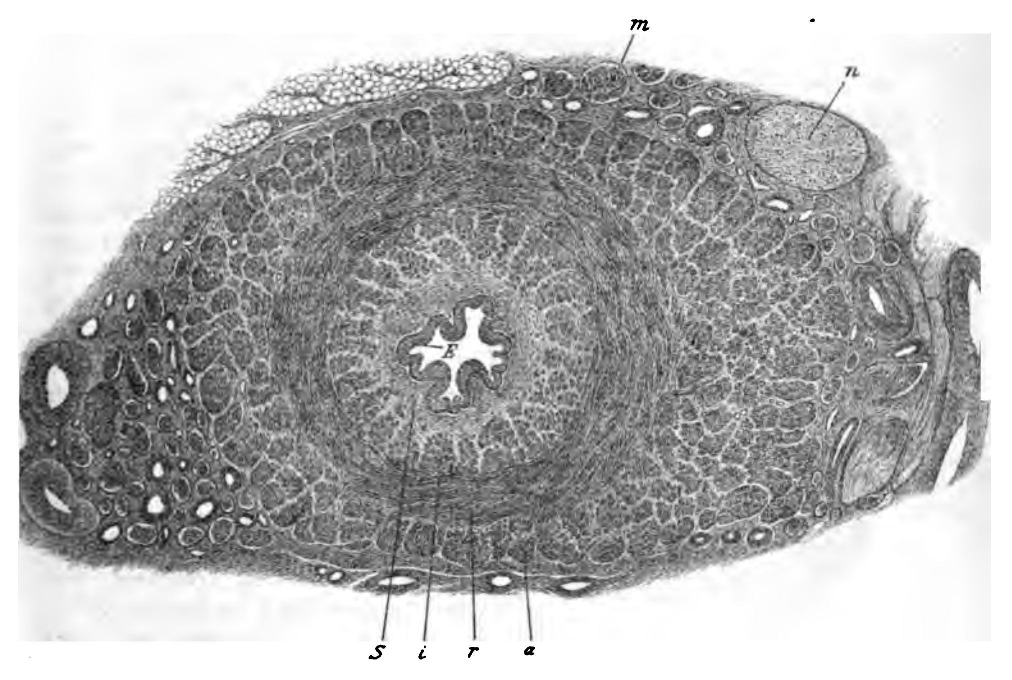


Fig. 1175.

innere Längsschicht. Sie besteht aus ziemlich gerade gestreckten bis 0,22 mm langen, in der Mitte 9—13 μ breiten Faserzellen, untermengt mit reichlichem Bindegewebe und elastischen Fäserchen. Die Schleimhaut von 0,26 mm ist weiss, längsgefaltet. Den Bau anlangend, so sind die äusseren zwei Drittheile der Schleimhaut weisser und enthalten wie *Koelliker* hervorhob, einen der dichtesten Filze von elastischen Fäserchen, während nach innen eine hellere, aus undeutlich faserigem Bindegewebe mit Zellen gebildete dünnere Lage und ein elastisches Grenzhäutchen folgt, auf welchem dann gewöhnlich ein zweireihiges Cylinderepithel von 30—64 μ Höhe (nach *Langerhans*) ruht, das eine gewisse

Fig. 1175. Querschnitt durch den *Ductus deferens* vom Hingerichteten Holleber. Vergr. ca. 40. Präparat von *Koelliker*. *E* Epithel; *S* Schleimhaut; *a* äussere, *i* innere Längsmuskeln; *r* Ringmuskeln; *m* Muskelbündel des *Cremaster internus*; *n* Nervenbündel.

Zahl bräunlicher Pigmentkörner enthält, die der inneren Oberfläche der Mukosa eine gelbliche Färbung ertheilen. Bisweilen setzt sich Büschelepithel vom Nebenhodengange weit in den Samenleiter fort. Ausnahmsweise ist derselbe mit einem wirklich geschichteten Cylinderepithel (*Steiner* in Arch. f. mikr. Anat. 40. Bd.) ausgekleidet. Die am Ende der Samenleiter befindliche Erweiterung, die Ampulle (*Henle*) sowie die Samenbläschen, welche als blinde Anhänge der *Ductus deferentes* zu betrachten sind, haben im Wesentlichen denselben Bau. Beide zeigen eine Muskelhaut, die bedeutend dünner als im Samenleiter, der inneren Längsfaserschicht entbehrt. An den Samenbläschen findet sich, wie *Koelliker* (in Zeitschr. f. w. Zool. I. S. 67) nachwies, eine zum Theil bindegewebige, zum Theil — namentlich an der hinteren Fläche — muskulöse äussere Hülle, die auch zwischen die einzelnen Windungen ihres Kanales sich hinzieht und dieselben vereint. Von dieser Hülle gehen im Grunde der *Excavatio recto-vesicalis* Muskelbündelchen auf den Mastdarm über und am unteren Ende der Samenbläschen zieht ein breites muskulöses Band von einem Samenbläschen zum anderen. Die Schleimhaut der Ampullen und der Samenbläschen zeigt ein reiches System von Falten und Gruben (Fig. 1176), innerhalb welcher sich wieder feinere Fältchen und Grübchen reichlich verzweigen und zu drüsenartig verästelten blind endigenden Röhrchen und Bläschen von sehr variabler Weite sich ausbuchten (Fig. 1177). Die Schleimhaut führt in den die Eingänge der grösseren Buchten überwölbenden dickeren Falten reichliche elastische Fasern, während in den zarten Scheidewänden der kleineren Grübchen dieselben spärlich sind. Das Epithelium ist im Allgemeinen niedriger als im Samenleiter, 5—20 μ (9—30 μ nach *Langerhans*) hoch, stärker pigmentirt, in der Regel einreihig, stellenweise wie im *Ductus deferens* zweireihig. Die Zellen zeigen an fixirten Präparaten bald ein mehr körniges, bald ein helleres, mehr vakuolisirtes Ansehen, was von dem Sekretionszustande abzuhängen scheint. Die Höhe der Zellen schwankt innerhalb kurzer Strecken sehr bedeutend, was wohl, ähnlich wie in der Harnblase, mit dem Ausdehnungszustande der unterliegenden Schleimhaut-



Fig. 1176.

Fig. 1176. Stück eines erhärteten aufgeschnittenen Samenbläschens von innen gesehen. Vergr. 4.

fläche zusammenhängt (s. S. 381). Sekretkapillaren sind zwischen den Zellen nicht zu beobachten, wohl aber Schlussleisten zwischen den freien Zellenendflächen. Manchmal scheint es, dass die Zellen, welche die derben, an elastischen Fasern reichen Schleimhautblätter bedecken (Fig. 1177, *e*), von anderer Beschaffenheit seien, als die Epithelzellen, welche die dünnen Scheidewände in der Tiefe der Schleimhautbuchten (Fig. 1177, *b*) überziehen. Indessen ist dies, mit Rücksicht auf das veränderliche Aussehen der Zellen in den tiefen Buchten nicht sicher zu sagen und es liegt kein hinreichender Grund dafür vor, die verästelten Schleimhautbuchten und -Röhren speziell als Drüsen (*Henle*) zu bezeichnen. Dagegen ist wohl sicher, dass die Cylinderzellen dieser Schleimhautflächen sämmtlich absondernde Elemente sind. Da und dort findet man, wie *Langerhans* zuerst hervorhob, auffallend grosse, helle, ferner sehr schmale



Fig. 1177.

Zellen mit sich dunkel färbenden Kernen — vermuthlich zu Grunde gehende Elemente — endlich auch intraepitheliale Leukocyten, meist in geringer Zahl. Die Gefässe der Samenleiter sind in der äusseren Faserhaut sehr deutlich, dringen aber auch in die Muskel- und Schleimhaut und bilden in beiden lockere Netze von engeren weiten Kapillaren. Nach *Swan* (Nerves of the human body, Pl. V. 82, Pl. VI. 81) wird der Samenleiter in der Beckenhöhle von reichlichen, aber feinen Nerven umsponnen, die mit denen der seitlichen und mittleren Blasen- und Mastdarmnerven, sowie mit den hypogastrischen Geflechten in Verbindung stehen. *Koelliker* hat diese Nerven, die feine und *Remak*sche Fasern führen, ebenfalls gesehen, jedoch nicht in das Innere zu verfolgen vermocht. Die Nerven des Samenstranges aus dem *Nervus spermaticus externus* und dem *Plexus spermaticus* gebildet, zeigen in den Geflechten, besonders in

Fig. 1177. Senkrechter Durchschnitt durch die Wand des Samenbläschens vom Hingerichteten. Pikrinsubl. Hämatox. Eosin. Vergr. 46. *b* Drüsenartige Buchten der Schleimhaut; *e* Epithel; *m* ein Theil der Muskelhaut; *s* Schleimhaut.

der *Tunica vaginalis communis* da und dort Ganglien. Zahlreicher und grösser sind letztere an den Samenbläschen, namentlich in der Nähe der *Prostata*. Die Ganglien führen nach *Timofeew* Zellen mit mehrfachen Dendrit- und einem unverästelten Neuritfortsatz und werden von pericellulären Telodendrien umflochten, welche von zutretenden markhaltigen Fasern stammen. Die Muskelhaut des Samenstranges besitzt ein so reichliches Nervengeflecht, dass *Sclavunos* dasselbe als *Plexus myospermaticus*, der aber im Gegensatze zum *Plexus myentericus* keine Ganglien enthält, besonders bezeichnete. Die Schleimhaut erhält nach *Timofeew* einen doppelten Nervenplexus, einen tieferen und einen feineren subepithelialen sehr engmaschigen, der jedoch in das Epithel selbst eindringende Fäserchen nicht erkennen liess. Dagegen will *Sclavunos* intraepitheliale Nerven sowohl im Nebenhoden als im *Ductus deferens* gesehen haben. Aehnliche Verhältnisse bezüglich der Nervenversorgung zeigen auch die Samenbläschen.

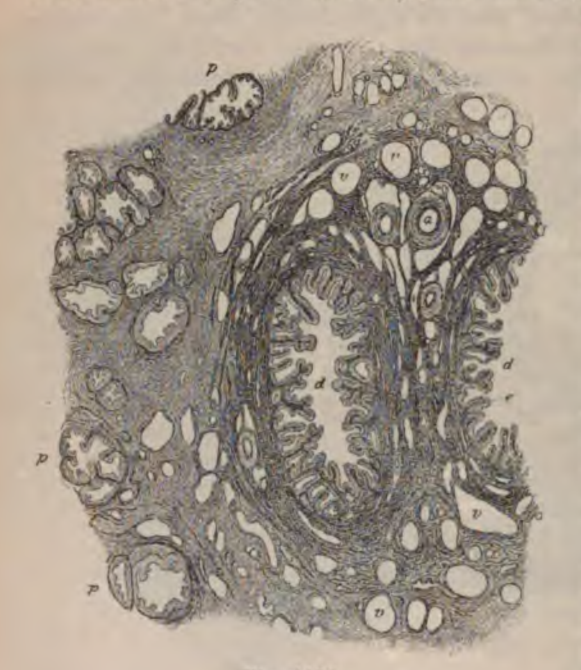


Fig. 1178.

Den Samenleitern ähnlich gebildet erscheinen auch die *Ductus ejaculatorii*. Sie zeigen in dem oberen Theile denselben muskulösen Bau wie der Samengang, nur dass ihre Wände zarter sind. Nach der *Prostata* zu verdünnen sich ihre Häute noch mehr, zeigen jedoch auch am letzten Ende noch Muskeln mit ziemlich viel Bindegewebe und elastischen Fäserchen untermischt. Die Schleimhaut der *Ductus ejaculatorii* ist allerwärts auch an den innerhalb der *Prostata* gelegenen Theilen mit ähnlichen Falten und Grübchen versehen, wie sie in der Ampulle des *Ductus deferens* sich finden, doch kommt stellenweise innerhalb der *Prostata* auch eine mehr glatte Oberfläche vor. Das kavernöse Gewebe, das *Henle* in der Muskelhaut der *D. ejaculatorii* innerhalb der *Prostata* beschrieb und auf das er vom physiologischen Gesichtspunkte aus Werth legte, hat *Koelliker* in zwei Fällen, in denen er die *Prostata* ganz und gar in Querschnitte zerlegte, einzig und allein an der Eintrittsstelle der Gänge in die Drüse, nicht aber im Innern derselben gesehen, ein Befund, den ich nach einer mir vorliegenden Querschnittserie, aus welcher beistehende

Fig. 1178. Querschnitt durch die *Ductus ejaculatorii* bald nach ihrem Eintritte in die Prostata. Von einem jungen Manne. *Zenker's* Fl. Orcein. Vergr. 18. *a* Arterien; *d* *Ductus ejaculatorii*; *e* Epithel derselben; *p* Drüsenschläuche der Prostata; *v* Venen um die *Ductus ejaculatorii*. Die elastischen Fasern tief dunkel.

Fig. 1178 sowie Fig. 1183 entnommen sind, bestätigen kann. — Der Inhalt der Samenbläschen ist regelrecht eine helle, etwas zähe Flüssigkeit, die im Tode zu einer leichten Gallerte gesteht, jedoch später sich ganz verflüssigt und eine in Essigsäure sehr leicht lösliche Proteinverbindung enthält, die offenbar mit der im entleerten Samen enthaltenen übereinstimmt. Samenfäden kommen beim Menschen häufig in den Samenbläschen vor, doch ist ihre Hauptverrichtung wohl die, eine besondere Absonderung zu liefern, die dem Samen beigemengt wird.

Die *Prostata* ist, wie *Koelliker* zuerst zeigte, ein sehr muskulöses Organ, so dass die Drüsensubstanz kaum mehr als ein Drittheil oder die Hälfte der ganzen Masse ausmacht. Geht man von innen nach aussen, so zeigt sich in inniger Verbindung mit der dünnen Harnröhrenschleimhaut, deren Epithel immer noch mehrschichtig ist, 58—62 μ Dicke besitzt und wie dasjenige der Blase rundliche, cylindrische und pflasterförmige Elemente zeigt, eine gelbliche Längsfaserschicht, die zum Theil vom *Trigonum vesicae* zum *Colliculus seminalis* sich erstreckt, zum Theil ohne Zusammenhang mit den Blasenmuskeln ist, und zu gleichen Theilen aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und aus glatten Muskeln besteht. Dann folgt eine mit dem *Sphincter vesicae* zusammenhängende und bis zum Samenhügel sich erstreckende, mächtige Ringfaserlage von gleichem Baue, der von *Koelliker* sogenannte *Sphincter Prostatae* oder der *Sphincter internus vesicae* von *Henle*. Hat man sich durch diese verschiedenen Muskellagen hindurchgearbeitet, so stösst man endlich auf das eigentliche Drüsengewebe der *Prostata*, welches demnach vorzüglich die äusseren Theile des Organes einnimmt, jedoch allerdings auch mit einzelnen Läppchen in die Ringfasern eingreift und mit seinen neben dem Samenhügel rechts und links ausmündenden zahlreichen (16—32 nach *Svetlin*) Ausführungsgängen die längs- und querverlaufenden Fasern durchsetzt. Dasselbe besteht aus einer grauröthlichen, ziemlich derben Masse, die in der Richtung des Querdurchmessers des Organes sehr leicht in Fasern zerspaltet werden kann, genauer bezeichnet, von den Seitentheilen des Samenhügels strahlenartig nach allen Seiten der äussern Oberfläche des Organes verläuft und einmal aus verschieden starken Bündeln glatter Muskeln mit etwas Bindegewebe und feinen elastischen Fasern und zweitens aus den Drüsen der *Prostata* zusammengesetzt ist. Die letzteren bilden 16—32 (30—50 *Koelliker*) kegel- oder birnförmige Gruppen. Die Drüsengänge der Vorsteherdrüse verzweigen sich nach Art einer tubulo-acinösen Drüse, jedoch mit dem Unterschiede, dass das aus glatten Muskelbündeln, Bindegewebe mit elastischen Fasern und Gefässen bestehende Zwischengewebe relativ sehr reichlich, die Lichtung der sich verzweigenden Röhren eine ausserordentlich wechselnde und die Wandung der Gänge häufig gefaltet und selbst mit zottenartigen Erhebungen versehen ist. Die Wandung der Drüsengänge ist eher einer Schleimhaut als jener einer typischen Drüse vergleichbar. Wo das Zwischengewebe der Gänge eine Dicke von 0,03—0,1 mm erreicht, findet man überall Bündel glatter Muskelzellen, welche bis zwischen die einzelnen Faserzellen hinein, wie im Samengang Bindegewebe erkennen lassen. Unmittelbar unter dem Epithel fehlen in der Regel die Muskelfasern und machen einer dünnen, mässig zellenreichen Bindegewebslage mit elastischen Fäserchen Platz, in welcher zahlreiche Blutkapillaren, welche bis dicht an das Epithel herantreten, und auch noch einzelne kleinere Arterien- und Venenästchen zu finden sind. Eine deutliche

Membrana propria fehlt, doch ist unmittelbar unter dem Epithel ein dieselbe vertretendes Netz elastischer Fäserchen vorhanden. Auch dort, wo die Zwischenwände der von Epithel ausgekleideten Röhren auf eine Dicke von 10 μ herabgehen, findet man in denselben nebst elastischen Fäserchen noch einzelne Muskelbündelchen, welche in der Mitte der den beiden benachbarten Röhren gemeinsamen Scheidewand verlaufen. Der Durchmesser der Drüsenröhren und

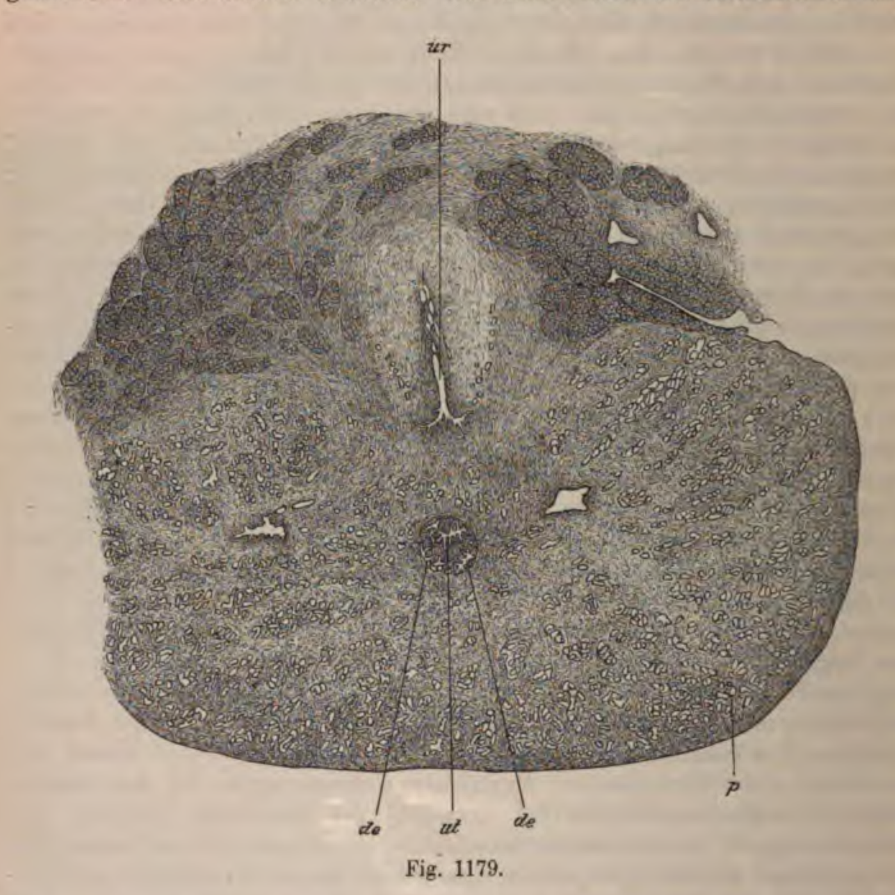


Fig. 1179.

Blasen schwankt zwischen 0,4—0,04 mm, Durchmesser von 0,4—0,1 sind vorherrschend. Von diesen grösseren Hohlräumen zweigen da und dort engere von 0,04—0,05 mm ab. Seltener findet man solche engere Schläuche in dichteren Haufen, selbst noch mehrfach verzweigt, in Gruppen beisammen. Solche Gruppen erinnern dann sehr an kleine Läppchen tubulo-acinöser Drüsen. Die grösseren Schläuche und Blasen zeigen in der Regel vielfache, in die weite Lichtung einspringende Falten, deren man an einem Querschnitte oft 12—18 zählen kann

Fig. 1179. Durchschnitt der Vorsteherdrüse und des prostatischen Theiles der Harnröhre (letztere nahe dem Austritte aus der Blase) vom Hingerichteten Holleber. Schwache Vergr. Präparat von *Koelliker*. *d Ductus ejaculatorii*; *p* Drüsenbläschen der Prostata; *ur* Urethra; *ut Utriculus prostaticus*.

(Fig. 1180). Ausser Falten kommen aber auch niedrige kaum 0,1 mm hohe zottenartige Erhebungen der Wand vor, die in dem fast kreisförmigen Querschnitte einen Durchmesser von 40—50 μ zeigen und fast nur aus dem hier relativ hohen Epithel bestehen. Das Epithel der Drüsengänge ist cylindrisch, theils ein- theils mehrreihig und von sehr wechselnder Höhe zwischen 7—30 μ, im Mittel (gemessen an Schnitten einer in *Müller*'s Flüssigkeit konservirten Vorsteherdrüse eines Justifizirten) etwa 16 μ. Am niedrigsten erscheint das Epithel in weit ausgedehnten Blasen ohne Falten und Zotten, am höchsten auf den Falten und Zotten und in den engsten Schläuchen. Die Zellen zeigen an gut fixirten Präparaten eine granuläre Beschaffenheit und enthalten auch häufig gelbliche bis gelbbraune Pigmentkörnchen. An Präparaten, die in *Müller*'s Flüssigkeit etc. gehärtet sind, erkennt man einen wabig-netzigen Bau des Protoplasma. Sekretkapillaren fehlen, Schlussleisten sind deutlich. Das Sekret der *Prostata* ist schleimfrei, dem entsprechend zeigen die Zellen im Allgemeinen Charaktere, wie jene der Eiweissdrüsen. Fast in jeder *Prostata* Erwachsener findet man da und dort in den grösseren Blasen — manchmal in grosser Zahl — eigenthümliche, rundliche oder ellipsoidische, bald mehr homogene, gewöhnlich aber konzentrisch geschichtete Konkretionen, die sog. Prostatasteine (Fig. 1180, *p*). Sie bestehen in der Regel aus einer colloidartigen Substanz, welche Eiweissreaktionen giebt, können aber auch verkalken und verdienen dann erst den Namen Steine. Ihr Durchmesser überschreitet in der Regel nicht 0,3—0,5 mm, doch sind auch über 1 mm grosse Steine beobachtet. Ueber ihre erste Bildung sind verschiedene Meinungen aufgestellt worden. Ihr Wachsthum erfolgt wohl zweifellos durch Niederschläge aus dem eingedickten Sekret. Die geschichteten Steine sind doppelbrechend und zeigen unter dem polarisirenden Mikroskope ein dunkles Kreuz und vier helle Quadranten. Das Kreuz ist aber nicht, wie bei den Stärkekörnern, ein positives, sondern ein negatives, wie die Untersuchung mit eingelegter Gipsplatte (Roth I. Ordnung) ergiebt.



Fig. 1180.

Bisweilen finden sich kleine Prostatasteine nicht freiliegend in den Drüsenbläschen, sondern in kleine kugelige Cystchen eingeschlossen, die ringsum von

Fig. 1180. Schnitt von der Vorsteherdrüse eines 34jährig. Justifizirten. *Müller*'s Fl. Vergr. 35. *d* Durchschnitte von Drüsenschläuchen; *g* Blutgefässe; *m* glatte Muskelbündel (dunkel im hellen Bindegewebe); *p* Prostatasteine. In der Drüsenblase links oben Zotten im Querschnitte, anscheinend frei in der Lichtung.

Epithelzellen begrenzt sind. Ausserdem findet man da und dort intraepitheliale, runde Cysten von 40—60 μ Durchmesser mit flüssigem Inhalte auch in Vorsteherdrüsen, in welchen Prostatasteine fehlen oder wenigstens selten sind.

In den Ausführungsgängen nimmt das Epithel an Höhe zu und ist in den Hauptgängen ein mehrreihiges oder selbst geschichtetes Cylinderepithel wie im prostatischen Theile der Harnröhre. — Die *Prostata* besitzt eine das Drüsengewebe fest umschliessende, an glatten Muskeln reiche Faserhaut, welche besonders in dem vor der *Urethra* gelegenen Theile, der weniger drüsige Elemente enthält, reich entwickelt ist. Hier finden sich auch von *Henle* zuerst beschriebene, oberflächlich gelegene, quergestreifte Muskelfasern (*Sphincter vesicae externus, Henle*), die, weil sie mit dem *M. sphincter urethrae membranaceae* unmittelbar zusammenhängen und dieselbe Leistung haben wie dieser, füglich zu demselben gezählt werden können und von *Waldeyer* unter dem Namen *Rhabdosphincter urethrae* zusammengefasst werden. *Koelliker* findet diese animale Muskellage mit starken, bogenförmig verlaufenden Fasern und besser entwickelt als *Henle* abbildet (*Splanchn.* Fig. 284) in der ganzen Länge der *Prostata*, und zwischen diesen Fasern und der vorderen Wand der *Urethra* Längsbündel glatter Muskeln. Die Gefässe der *Prostata* sind zahlreich und

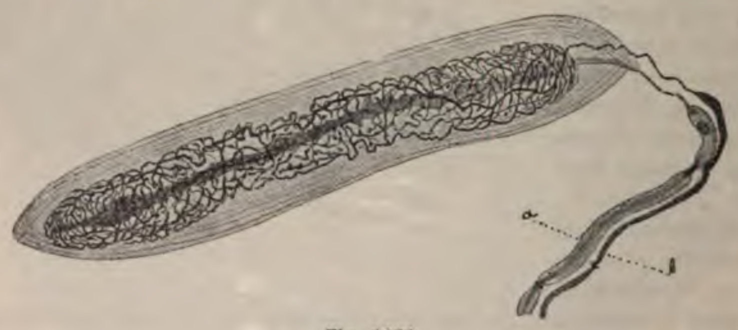


Fig. 1181.

verdienen besonders viele, die Drüsenelemente umspinnende Kapillaren und ein reichliches Venengeflecht unter der Schleimhaut der *Urethra* (bei *Henle* als kavernöses Gewebe bezeichnet) Beachtung. Die Nerven der *Prostata*, an welchen auch Ganglien sich finden, sind erst in neuerer Zeit von *Arnstein*'s Schüler *Timofeew* bei Thieren genauer untersucht worden, wobei sich ergab, dass ganz ähnliche Verhältnisse der Nervenendigungen wie in echten Drüsen vorliegen (vergl. § 223 S. 57). Ausser den freien Nervenendigungen an den Drüsenbläschen fand *Timofeew* (in Anat. Anz. 11. Bd. S. 44) in der bindegewebigen Kapsel, sowie zwischen den Drüsen und Muskeln der *Prostata*, ferner in der Schleimhaut des prostatischen und häutigen Theiles der Harnröhre bei

Fig. 1181. Eingekapselter Nervenendapparat aus der äusseren Bindegewebshülle der Prostata eines Hundes. Nach *Timofeew*. In der Zeichnung ist nur der Innenkolben aufgenommen. *a* dicke, markhaltige Nervenfaser, die in den terminalen, bandförmigen Achsencylinder ausläuft; *b* dünnere, markhaltige Nervenfaser, welche den terminalen Fadenapparat (s. Text) bildet. *Zeiss*'s Apochr. Homog. Immers. 2,0 Comp.-Okul. 2.

Hunden und Katzen eigenthümliche Terminalkörperchen. Dieselben sind in ihren einfacheren Formen *Krause*'schen Endkolben oder *Pacini*'schen Körperchen ähnlich und bestehen aus einem feinkörnigen Innenkolben und einer lamellären kernhaltigen Kapsel. Sie unterscheiden sich aber dadurch, dass zu denselben zwei von einander völlig unabhängige markhaltige Nervenfasern hinzutreten, von welchen jede ihre eigene charakteristische Endigung besitzt, die mit jener der zweiten Faser nicht zusammenhängt. Die eine Faser ist dicker und abgeplattet und tritt, nachdem sie ihr Mark verloren, in den Innenkolben, in dessen Achse sie ähnlich wie die Nervenfaser im Innern eines *Krause*'schen Endkolbens oder eines *Pacini*'schen Körperchens verläuft, um mit einer einfachen Verdickung oder nach wenigen Theilungen zu enden. Die zweite Nervenfaser durchbohrt ebenfalls die Kapsel, tritt aber nicht in den Innenkolben, sondern löst sich in ein reiches Geflecht feiner Terminalfasern auf, welche den Innenkolben korbartig umspinnen, aber überall durch die Substanz des Innenkolbens von der, in der Achse des letzteren verlaufenden Nervenfaser getrennt bleiben. Ausser den einfacheren Formen kommen auch komplizirtere, ästige und gewundene Terminalkörperchen vor, welche an die von *Krause* u. A. beschriebenen Genitalnervenkörperchen (siehe §§ 50 und 300) erinnern, jedoch ebenfalls die beschriebene doppelte Nervenversorgung erkennen lassen. Neben diesen eigenthümlichen Nervenendkörperchen fand *Timofeew* auch solche, welche den bisher bekannten Terminalkörperchen ähnlich sind. Es ist übrigens noch zu bemerken, dass in neuerer Zeit *G. Sala* (in Anat. Anz. 16. Bd. S. 193) unter den *Pacini*'schen Körperchen im *Mesorectum* der Katze solche fand, welche ebenso eine doppelte Nervenendigung zeigen wie die von *Timofeew* beschriebenen Terminalkörperchen.



Fig. 1182.

Der *Colliculus seminalis* enthält in seinem Innern das Ende der gelblichen Längsfasern des *Trigonum vesicae*, die aus glatten Muskeln, elastischen Fasern und Bindegewebe bestehen (*Koelliker* in Zeitschr. f. wiss. Zool. I, S. 64), und bilden ihre Fasern im oberen Theile des Organes, da wo der *Utriculus prostaticus* noch mehr in der Tiefe liegt, eine Art mittlere Achse, von der *Henle* zuerst eine Abbildung gegeben (Eingeweidelehre, Fig. 294). In den Seitentheilen des Hügels sitzen auch mehr minder reichlich kleinere Drüsen vom Baue derer der *Prostata*, die auf ihm selbst ausmünden (Fig. 1183).

Der im Samenhügel mitten zwischen den *Ductus ejaculatorii* gelegene *Utriculus prostaticus* zeigt ein sehr wechselndes Verhalten und kann einerseits so entwickelt sein, dass er über den Grund der *Prostata* heraufragt, ja in aussergewöhnlichen Fällen zu einem echten Uterus und Vagina ausgebildet ist, andererseits aber auch ganz fehlen. Derselbe besteht aus einer weissgelblichen, vorzüglich aus Bindegewebe und elastischem Gewebe gebildeten Wand, der im Halse

Fig. 1182. Optischer Querschnitt eines eingekapselten Endapparates, aus dem interacinösen Bindegewebe der Prostata eines Katers. Nach *Timofeew*. *a* Aussenkolben; *b* Innenkolben; *c* bandförmige Achsenfaser des Innenkolbens im optischen Querschnitte; *d* terminaler Fadenapparat, der die axiale Endfaser umgiebt. *Zeiss*'s Apochr. Hom. Immers. 2,0 Comp.-Ok. 4.

des Bläschens einige wenige, im Grunde dagegen ziemlich viele glatte Muskeln beigemengt sind, und aus einem geschichteten Epithel von 40 μ Dicke. Wie *Henle* zuerst mitgetheilt, finden sich in seiner Wand einfache oder getheilte Drüsen. Sie haben denselben Bau wie jene der *Prostata* und auch stellenweise dieselben Konkretionen als Inhalt. Das von *Henle* beschriebene kavernöse Gewebe in der Wand des *Utriculus prostat.* ist nicht konstant und fehlt in gewissen Fällen ganz. Im *Utriculus prostat.* des Pferdes fand *Brettauer* (bei *Becker* l. i. c. S. 84) Flimmerepithel.

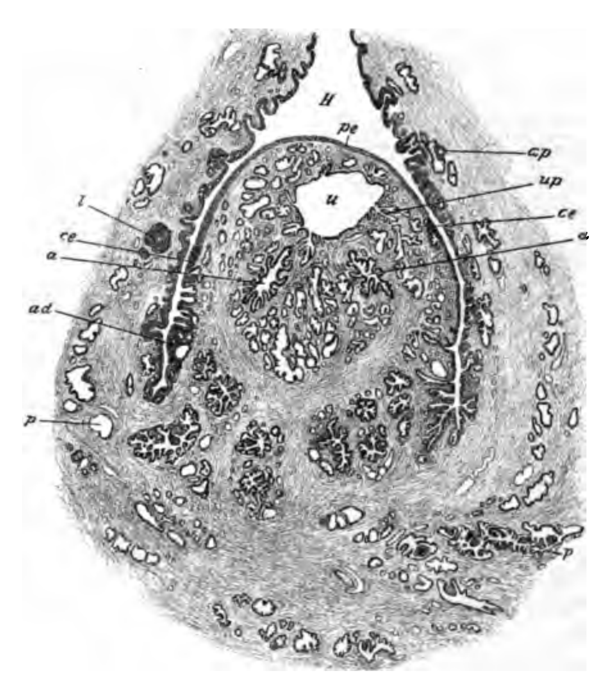


Fig. 1183.

Die *Bulbourethral-* oder *Cowper*schen Drüsen (*Gl. bulbourethrales*) erinnern in ihrem Aufbaue sehr an Schleimdrüsen (Fig. 1184). Sie zerfallen in eine grössere Zahl von Läppchen von 1—3 mm Durchmesser, zwischen welchen glatte Muskelbündel und auch ziemlich zahlreiche quergestreifte Fasern vorkommen. Letztere hängen mit dem die ganze Drüse umschliessenden *M. transversus perinei profundus*, beziehungsweise dem von *Holl* als besonderen Muskel unterschiedenen *Compressor glandulae Cowperi* zusammen. Im Innern der einzelnen Läppchen fehlen die quergestreiften Fasern und die glatten Muskelzüge, welche die Ausführungsgänge umkleiden, setzen sich noch auf die stärkeren Bindegewebszüge im Innern der Läppchen fort. Innerhalb der Läppchen haben die stärkeren Aeste der Ausführungsgänge noch einen Durchmesser von 0,2—0,3 mm und verzweigen sich dann nach Art einer tubulo-acinösen Drüse in ausgebuchtete Schläuche von 35—50 μ Durchmesser, welche nur durch Bindegewebssepten von 4—8 μ Dicke von einander geschieden sind. Nach *H. Braus* kommen auch netzartige Verbindungen der Drüsenschläuche vor. Die eigentlichen Drüsenschläuche sind von einer deutlichen *Membrana propria* umhüllt und besitzen ein meist einreihiges

Fig. 1183. Querschnitt durch den *Colliculus seminalis* von einem jungen Manne. Harnröhre dorsal aufgeschlitzt. *Zenker*'s Fl. Hämat. Eosin. Vergr. 10. *H* Harnröhre; *a* Ausspritzungskanäle; *ad* adenoides Gewebe; *ap* accessorische Prostatadrüsen; *ce* geschichtetes Cylinderepithel; *l* Lacune im Querschnitt; *p* Prostataschläuche; *pe* Pflasterepithel; *up* Prostataschläuche, welche in *u* den *Utriculus prostaticus* münden.

Epithel von wechselndem Aussehen. Gewöhnlich ist dasselbe cylindrisch, die Zellen 12—25 μ hoch, 4—6 μ breit (Fig. 1184 *A*, *ac* u. *B*). Die Lichtung ist verhältnissmässig weit, von 10 - 30 μ Durchmesser. Die Cylinderzellen sind an Schnitten (von in *Müller's* Flüssigkeit konservirten Objekten) entweder trüb, fein netzig, in Eosin färbbar oder hell glasartig vakuolisirt und in Hämatoxylin mehr weniger färbbar, wie Schleimzellen. Beiderlei Zellen finden sich nebeneinander in denselben Alveolen oder es sind Gruppen von Alveolen von der

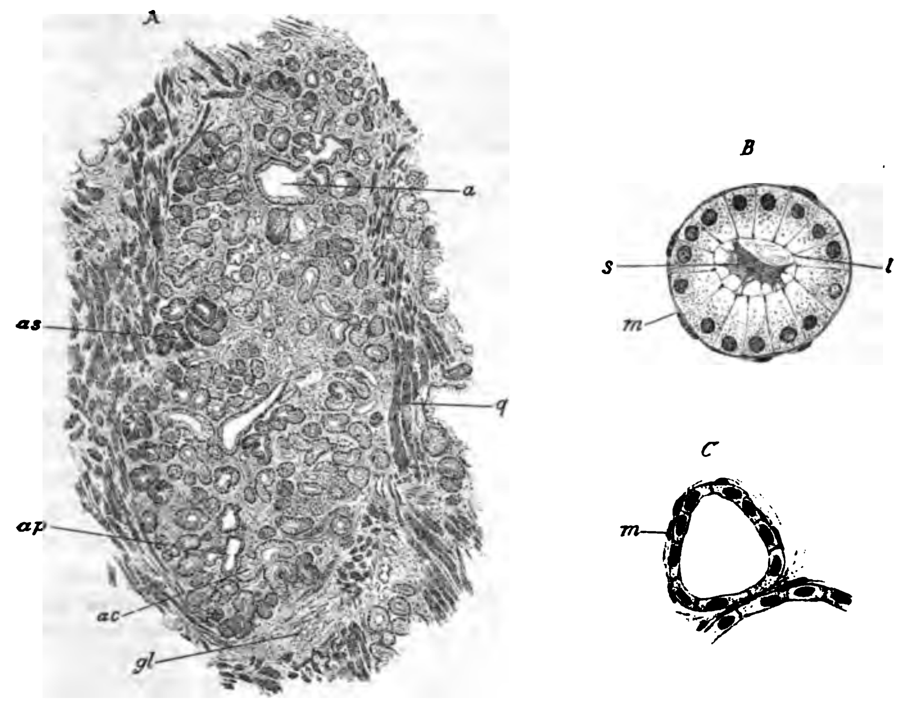


Fig. 1184.

einen, andere von der zweiten Art von Zellen ausgekleidet. Wahrscheinlich handelt es sich nur um verschiedene Erscheinungsformen (Sekretionsstadien) derselben Zellenart, um so mehr, als man auch Drüsen findet, in welchen fast alle Schläuche von gleichmässig hellen Zellen erfüllt sind, welche intensive Schleimreaktion zeigen. Die Zellen zeigen deutliche Schlussleisten und intercelluläre Sekretkapillaren, wie **Braus** fand, wodurch sich ein wesentlicher Unterschied von den Alveolen der gewöhnlichen Schleimdrüsen ergiebt. Die in Eosin färbbaren Zellen erscheinen am freien Ende scharf begrenzt; die den Schleimzellen

Fig. 1184. Schnitt durch eine *Cowper*'sche Drüse vom 35 jährigen Manne. *Müller's* Flüss. Hämat. Eosin. *A* Ein ganzes Läppchen. Vergr. 46. *a* Ausführungsgang; *ac* Alveolen mit Cylinderepithel; *as* ebensolche, die Zellen schleimhaltig; *ap* Alveolen mit Plattenepithel; *gl* glatte, *q* quergestreifte Muskelfasern. *B* und *C* Einzelne Alveolen. Vergr. 350. *B* mit Cylinderepithel (gewöhnlicher Typus); *C* mit Plattenepithel; *l* Schlussleisten der Epithelzellen; *m Membrana propria*; *s* geronnenes Sekret.

ähnlichen oft wie zerflossen. Das Sekret gerinnt in den Alveolen gewöhnlich als eine mehr kompakte, zackige Masse, die sich wie Colloid ausnimmt und in Eosin lebhaft färbt. Stellenweise, namentlich in den mit hellen Zellen ausgekleideten Alveolen findet man mehr fädige Gerinnsel, welche, wie die Zellen, Schleimreaktion zeigen; doch findet man auch an solchen Stellen Einschlüsse, in Eosin roth sich färbender Klümpchen. Das Sekret ist also, wenn auch schleimhaltig, jedenfalls wesentlich verschieden von jenem gewöhnlicher Schleimdrüsen. Ausser den mit Cylinderzellen ausgekleideten Schläuchen findet man in grösserer oder geringerer Zahl, meist etwas weitere, oft gruppenweise beisammen stehende Alveolen, welche von ganz niedrigen, 10—15 μ breiten und nur 3—4 μ hohen, einreihigen Plattenepithelzellen ausgekleidet sind (Fig. 1184, *A, ap* u. *C*). Diese Zellen sind den trüben, in Eosin sich färbenden Cylinderepithelzellen ähnlich und vielleicht aus solchen durch starke Ausweitung von Gängen hervorgegangen. Doch scheint gegen diese Annahme zu sprechen, dass auch in Gängen von nur 35 μ Durchmesser, unter welches Maass die Endstücke kaum herabgehen, nicht gar so selten Plattenepithel gefunden wird. Andererseits kommen auch in den weiten Ausführungsgängen der Läppchen, die zum Theile gefaltete Wände zeigen, bald Auskleidungen mit Cylinderzellen, bald solche mit platten Zellen zur Beobachtung. Die intralobulären Ausführungsgänge haben häufig ampullenartige Erweiterungen (Fig. 1184, *A, a*). Die langen Hauptausführungsgänge besitzen ein mehrreihiges Cylinderepithel, welches dem der Harnröhre ähnlich ist. In der Regel finden sich noch an den Ausführungsgängen accessorische Drüsen, welche bereits im Schwellkörper der Harnröhre gelegen sind, von demselben Baue wie die *Cowper*'sche Drüse. Diese accessorischen Drüsen unterscheiden sich übrigens in ihrem feineren Baue auch nicht von jenen Drüsen der Harnröhre, welche als *Littre*'sche Drüsen (siehe § 300) bekannt sind.

Die neueren Erfahrungen über die Samenbläschen bei Säugethieren haben gegenüber der älteren Annahme von *Fallopia* ergeben, dass dieselben keineswegs *Receptacula seminis* sind, sondern, wie schon *J. Hunter* behauptete und *Koelliker* (in Mikrosk. Anat. II, 2, S. 408) entschieden aussprach, ein specifisches Sekret absondern, das z. B. beim Meerschweinchen nach *Landwehr* (in *Pflüger*'s Arch. f. Phys. 20. Bd.) 27% fibrinogener Substanz enthält. Neuere Autoren haben daher die Samenbläschen und die ihnen gleich gebauten Ampullen des *Ductus deferens* als „*Glandulae vesiculares*" und „*Glandulae vasis deferentis*" (*Owen, Oudemans, Disselhorst*) bezeichnet. Bezüglich des Samenblasensekretes der weissen Ratte konnte *E. Steinach* (in *Pflüger*'s Arch. 56. Bd.) feststellen, dass dasselbe für die Befruchtungsfähigkeit des Samens von Bedeutung ist und dass die Befruchtungsfähigkeit, trotz reger Geschlechtslust, völlig erlischt, wenn man den Thieren nebst den Samenblasen auch die ähnlich gebauten prostatischen Drüsen entfernt. Die *Glandulae vesiculares* münden bei den Ratten nicht wie beim Menschen in den *Ductus deferens*, sondern für sich in den *Sinus urogenitalis*.

Die Muskulatur der Samenleiter ist, wie *Koelliker* zuerst hervorhob und *J. Schaffer* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 66. Bd. S. 247) genauer untersuchte, durch relativ reichliches intermuskuläres Bindegewebe, das auch zwischen die einzelnen Muskelzellen eindringt, bemerkenswerth. An Orceinpräparaten erhält man den Eindruck, dass wenigstens sehr viele, wenn nicht alle, Muskelzellen zunächst von äusserst feinen, elastischen Häutchen umhüllt werden.

Der Bau der Prostata ist in allen seinen Theilen in neuerer Zeit Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen. *Geo Walker* lässt die Muskulatur der Prostata zum Theil aus glatten Muskelbündeln bestehen, welche in Spiral- und Achtertouren die einzelnen Drüsenläppchen so umziehen, dass nicht nur die Drüse im Ganzen, sondern

auch die einzelnen Läppchen derselben zusammengepresst werden können. Die eigentliche Prostatamuskulatur ist eine selbständige und kann nicht als Theil der Blasen- und Harnröhrenmuskulatur aufgefasst werden. Der Anfangstheil der Harnröhre ist, wie *Waldeyer* (in Sitzber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. 1899 Nr. 14) auseinandergesetzt, eigentlich in der Wand der Blase selbst gelegen und wird daher von demselben als *Pars intramuralis urethrae* bezeichnet. Die Muskulatur dieses intramuralen Theiles bildet den *Annulus urethralis vesicae* (B. N. A.) Eine *Membrana propria* der Prostatagänge wurde von *Regnault* nicht gefunden, von anderen, wie von *Griffiths* und *H. Stilling*, als zellig, von *Walker* als ein dichtes, feinstes Geflecht von Fäserchen beschrieben. Eine leicht nachweisbare *Membrana propria*, wie in den Speichel- und Schleimdrüsen und an den Harnkanälchen ist jedenfalls nicht vorhanden; es handelt sich vielmehr um ein elastisches Fasernetz, das mit Orcein und nach *Weigert*'s Methode an Schnitten gut hervortritt. Die elastischen Fasern sind überhaupt in der Prostata zahlreich, doch weniger an der Oberfläche, als in den Septen und besonders an der Schleimhaut der Harnröhre und um die Ausführungsgänge der Prostatadrüsen, am *Colliculus seminalis* und um die Mündung der Ausspritzungskanäle. Nach *Walker* sind die Ausführungsgänge der Prostata alle so gerichtet, dass sie ihr Sekret gegen die *Ductus ejaculatorii* entleeren. *Stilling* konnte an den Drüsenzellen der Prostata des Kaninchens beobachten, dass vor der Begattung dieselben hoch, stark körnig und mit platten wandständigen Kernen versehen waren, nach der Begattung aber niedrig, hell mit runden nach einwärts gerückten Kernen; Veränderungen, welche an die von *R. Heidenhain* zuerst an Schleimspeicheldrüsen bei starker Sekretion beschriebenen (siehe § 219 S. 37) erinnern. Das Sekret der Prostata ist jedoch ein völlig schleimfreies und *Walker* konnte mit keinem der gebräuchlichen Schleimfärbemittel an den Drüsenzellen der Prostata eine Färbung erzielen. *Mislawsky* und *Bormann* (in Centralbl. f. Physiol. 12. Bd. S. 181) konnten beim Hunde durch Reizung der aus dem *Ganglion mesentericum inferius* kommenden Nerven Sekretion der Prostata hervorrufen. Die aus den *Nervi erigentes* zur Prostata ziehenden Nerven wirken dagegen nur auf die Muskeln derselben. — Bezüglich der Prostatasteine und ähnlicher Konkretionen überhaupt (*Corpora amylacea*) sei auf die Abhandlungen von *Stilling* (in *Virchow*'s Arch. 98. Bd.), *Siegert* (Ibid. 129. Bd.) und *Posner* (in Zeitschr. f. klin. Med. 16. Bd.) verwiesen. — Beim Hunde fand *Walker* in der Prostata kleine Lymphfollikel; beim Menschen sind solche nicht nachgewiesen, immerhin findet man, auch unter anscheinend normalen Verhältnissen, manchmal im interstitiellen Gewebe stärkere Lymphocytenanhäufungen. In der Schleimhaut des prostatischen Theiles der Harnröhre kommen dicht unter dem Epithel auch beim Menschen kleine Lymphknötchen, wenn auch im Ganzen selten, vor.

Der Oberfläche der Prostata sind, wie *Leydig* zuerst beim Pferde fand, Ganglien angelagert, die bis an den *Bulbus urethrae*, wie *Lovén* wenigstens für den Hund nachwies, sich fortsetzen können. Den feineren Bau dieser Ganglien studirte *Timofeew*, wobei sich ergab, dass sie dem gewöhnlichen sympathischen Typus angehören. Die Ganglienzellen sind multipolar mit einem Neuritfortsatz und werden von pericellulären Fadenapparaten umsponnen, welche, zum Theile wenigstens, von markhaltigen Nervenfasern kommen.

Die Bulbo-urethraldrüsen sind in sehr widersprechender Weise von verschiedenen Autoren beschrieben worden. *Henle* leugnete ihre Schleimdrüsennatur, *W. Krause* schreibt ihnen ein colloides Sekret zu, während *Koelliker* und mit ihm die Mehrzahl der Autoren sie für Schleimdrüsen erklären, wogegen *Disselhorst* Bedenken erhebt. Die Wahrheit liegt in der Mitte, indem die Drüsenzellen zwar eine stark fadenziehende, aber doch von dem Sekret gewöhnlicher Schleimdrüsen verschiedene Flüssigkeit absondern. *Vitalis Müller* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 39. Bd.) glaubt beim Menschen und *Schneidemühl* (Dissert. Erlangen 1883) bei Thieren *Gianuzzi*sche Halbmonde in den *Cowper*'schen Drüsen gesehen zu haben. Da die *Cowper*'schen Drüsen des Menschen von den gemischten Schleimspeicheldrüsen, den gemischten Schleimdrüsen der Mundhöhle und des Respirationstraktes sehr wesentlich verschieden sind, kann von wirklichen *Gianuzzi*'schen Halbmonden (siehe § 222 S. 50) keine Rede sein, wie auch *Braus* hervorhebt. Was eine oberflächliche Aehnlichkeit mit *Gianuzzi*'schen Halbmonden zeigt, sind gewisse eigenthümliche Verhältnisse an den Ausführungsgängen,

welche auch in den kleinen Harnröhrendrüsen und in den Lacunen der Harnröhre vorkommen. Hier wie dort findet sich ein mehrreihiges oder auch wirklich geschichtetes Cylinderepithel. Nun kommt es häufig vor, dass Gruppen von Drüsenzellen an Stelle der gewöhnlichen Cylinderzellen (intraepitheliale Drüsen) treten und zwar oft auf lange Strecken eines Ganges. Die Drüsenzellen sitzen dann auf Basalzellen des Epithels auf, welche letztere an Randzellen *Gianuzzi*'scher Halbmonde erinnern. In den End-schläuchen der *Cowper*'schen Drüsen findet sich aber ein einreihiges Epithel und nichts, was echten Randzellen, mit Sekretkapillaren, vergleichbar wäre. *Vitalis Müller* fand Schleimzellen schon bei 15 cm langen Embryonen und aus seiner Beschreibung geht hervor, dass er unter *Gianuzzi*'schen Halbmonden jene Form von unechten Halbmonden versteht, welche auf S. 55 dieses Bandes als ein vorübergehender Zustand bei der Entwicklung von Schleimzellen beschrieben wurde.

Die accessorischen männlichen Geschlechtsdrüsen der Thiere weichen in ihrem Bau von jenen des Menschen vielfach so wesentlich ab und sind selbst innerhalb einer Säugethiergruppe bei nahe verwandten Gattungen so verschieden, dass eine Verwerthung der histologischen Befunde an den gleichbenannten Organen bei Thieren für den Menschen nur in sehr beschränktem Maasse möglich ist. Ein näheres Eingehen auf die noch immer wenig bearbeitete Histologie der accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugethiere scheint mir gegenwärtig kaum lohnend und sei in dieser Beziehung auf die Arbeiten von *Oudemans* und *Disselhorst* verwiesen.

§ 300.

Ruthe und Harnröhre.

Das Begattungsorgan des Mannes, das Glied oder die Ruthe (*Penis*), besteht hauptsächlich aus drei gefässreichen Schwellkörpern (*Corpora cavernosa*). Einer dieser Schwellkörper (*Corpus cavernosum urethrae*) ist von der Harnröhre durchbohrt, die beiden anderen (*Corpora cavernosa penis*) entspringen jederseits vom unteren Schambeinaste. Der Penis ist von besonderen Binden und von der Haut überzogen und besitzt an seiner Wurzel ihm eigene, quergestreifte Muskeln.

Die Schwellkörper der Ruthe sind zwei hinten getrennte, vorn dagegen, über dem Schwellkörper der Harnröhre, vereinte und nur durch eine einfache, vielfach durchbrochene Scheidewand geschiedene, walzenförmige Körper, an welchen eine besondere Faserhaut (*Tunica albuginea*) und das innere Schwellgewebe zu unterscheiden ist. Jene ist eine weisse, silberglänzende, je nach dem Grade der Füllung der Bluträume verschieden dicke, im Mittel 1 mm starke und sehr feste Haut, welche sowohl die äussere Hülle der Schwellkörper, als auch in der vorderen Hälfte derselben mit einer dünnen, zum Theil in einzelne Balken und Blätter zerfallenden Lage die Scheidewand derselben bildet. Sie besteht aus sehnenähnlichem, fibrösem Gewebe, dessen Bündel — schärfer gesondert als Sehnenbündel — von mittelfeinen, elastischen Fasernetzen umsponnen werden. In den äusseren Lagen der Faserhaut verlaufen die fibrösen Bündel vorwiegend nach der Längsrichtung, in den inneren dagegen mehr quer. Die Längsbündel fehlen in der Scheidewand und an den, dem Schwellkörper der Harnröhre anliegenden Theilen. Umschlossen von der Faserhaut ist das im blutleeren Zustande gelbe oder gelbröthliche Schwellgewebe (kavernöses Gewebe), das aus unzähligen, zu einem Maschenwerke vereinten Bälkchen und Blättern, den *Trabeculae corporum cavernosorum* (Fig. 1185, *z*) besteht und mit seinen kleinen, rundlich eckigen, nach allen Seiten verbundenen, im Leben von venösem Blute erfüllten Räumen, den Venenräumen der Schwell-

körper auf's Täuschendste einem Schwamme gleicht. Die Räume haben noch im kollabirten Zustande Durchmesser von 0,25—1 mm (Fig. 1185, *vs*). Die Balken und Blätter sind an ihrer Oberfläche von einer einfache Lage innig verbundener platter Zellen, dem Endothel der Venenräume, überzogen, unter welchem das eigentliche Fasergewebe liegt. Dasselbe besteht vorwiegend aus Bündeln von glatten Muskelzellen, welche in verschiedenen Richtungen sich durchflechten und durch die ganze Dicke der Balken ziemlich gleichmässig vertheilt erscheinen. Zwischen den Muskelbündeln finden sich derbe Bündel von Bindegewebe und elastische Fasernetze. Feine elastische Netze finden sich nicht selten unter dem Endothel. Da und dort verlaufen in den Balken kleinere und grössere Arterien



Fig. 1185.

und Nerven, längs welcher dann auch reichlicheres Bindegewebe zu finden ist. Fettzellen finden sich nur selten im Wurzeltheile der Schwellkörper. Die Elemente der Balkenmuskeln lassen sich mit Salpetersäure von 20% leicht darstellen und ergeben sich nach *Koelliker* als 45—68 μ lange, 4,5—5,5 μ breite Faserzellen. Unmittelbar unter der Faserhaut findet sich ein dichteres, an Muskeln armes Rindengewebe (Fig. 1185, *cr*), in welchem kleine röhrenförmige Blutgefässe sich finden, während die weiten Venenräume des eigentlichen Schwellgewebes fehlen.

Der Schwellkörper der Harnröhre ist ähnlich gebaut wie die Schwellkörper der Ruthe, doch zeigen sich einige bemerkenswerthe Unterschiede. Die Faserhaut, die am verdickten hinteren Ende des Schwellkörpers, dem Bulbus,

Fig. 1185. Querschnitt durch einen Theil des collabirten Schwellkörpers der Ruthe. Vergr. 30. *cr* Rindengewebe mit Kapillaren; *ta* innere Lage der *Tunica albuginea*; *vs* venöse Bluträume (Kavernen) des Schwellkörpers; *z* Balkengewebe mit glatten Muskeln und Durchschnitten von Blutkapillaren.

auch eine Andeutung einer Scheidewand bildet, ist dünner (0,2 mm *Henle*), weniger scharf von der Umgebung gesondert, in ihrer inneren Lage, wie *Koelliker* entdeckte (5. Aufl. S. 541), mit quer verlaufenden Bündeln glatter Muskeln versehen und reicher an elastischen Fasern. Die venösen Bluträume sind im Allgemeinen enger, dagegen die Blätter und Balken, welche dieselben begrenzen, dicker, reicher an elastischen Fasern und Bindegewebe und relativ ärmer an Muskelbündeln.

Das Gewebe der Eichel, welche als eine pilzhutförmige Verdickung des Schwellkörpers der Harnröhre erscheint, hat, wie der vorderste Theil des letzteren, mehr den Charakter eines venösen Wundernetzes — was schon *Jarjavay* betonte — als den des eigentlichen Schwellgewebes. Die vielfach anastomosirenden, weiten Venen sind mit einer starken, muskulösen Wand versehen, welche theils ringförmige, theils, namentlich unmittelbar unter dem Endothel, auch längslaufende Bündel zeigt. Letztere sind häufig nur an einer Seite der Wand stark entwickelt und springen dann, wenn die Venen fast blutleer sind, wulstartig in die Lichtung vor. Das reichliche Zwischengewebe führt, neben leimgebenden Bündeln, viele elastische Fasern, welche nach aussen von der Muskulatur der Venen eine aus dichten Netzen ziemlich dicker Fasern bestehende Adventitia der Venen bilden (Fig. 1186). Dagegen sind die kleinen Arterienäste und Nervenbündel auffallend arm an elastischem Gewebe. Das Muskelgewebe der

Fig. 1186.

Fig. 1186. Frontaler Längsschnitt durch die Harnröhre nahe an der äusseren Mündung vom Hingerichteten. *Müller*'s Fl. Orcein. Vergr. 18. *C* Kavernöses Gewebe; *S* Schleimhaut; *a* Arterie; *ab* *Albuginea*; *e* Pflasterepithel; *l* Lacune; *sb* subepitheliale Schicht; *v* Venen der Schleimhaut; *v'v'* Vene, die *Albuginea* durchsetzend. Die elastischen Fasern tief dunkel. Die Gefässräume leer.

Eichel stellt gewissermassen einen dauernd erhaltenen embryonalen Zustand dar, welcher anfänglich im ganzen *Corpus cavernosum urethrae* vorhanden ist. Noch beim neunjährigen Knaben finden sich auch im Schafte des Penis die Muskeln des Schwellkörpers der Harnröhre den venösen Bluträumen dicht angelagert, während sie im Zwischengewebe fehlen. Erst spät bildet sich eine die ganzen Balken durchsetzende Muskulatur aus, wie sie für die Schwellkörper der Ruthe typisch ist. Die Albuginea des Schwellkörpers der Harnröhre setzt sich in die Eichel in Form von Faserbalken fort, in welchen, wie schon *Hancock* fand, glatte Muskelbündel eingelagert sind.

Hier ist auch der Ort, von der männlichen *Urethra* zu reden, die am *Isthmus* ein selbständiger Kanal ist, am Anfang und Ende dagegen nur



Fig. 1187.

aus einem von der Prostata und dem *Corpus cavernosum urethrae* gestützten Schleimhautkanal besteht. Die Schleimhaut der männlichen Harnröhre besteht aus lockerem, fettlosem Bindegewebe, dem reichlich elastische Fasern und meist längslaufende Muskelbündelchen, die jedoch keine geschlossene Lage bilden, beigemischt sind. Sie zeigt an ihrer Oberfläche Längsfalten, entbehrt aber der Papillen mit Ausnahme der Stellen, wo geschichtetes Pflasterepithel vorkommt, was typisch beim Erwachsenen im Bereiche der Eichel in der *Fossa navicularis* (*Morgagni*) der Fall ist. Die Papillen erreichen hier eine Höhe von 68—200 μ. Wie die Schleimhaut der weiblichen Harnröhre ist auch die

Fig. 1187. Stück eines Querschnittes vom kavernösen Theile der Harnröhre des Erwachsenen. *Müller's* Fl. Vergr. 30. *a* Querschnitt einer Lacune; *c* Venen; *d* Durchschnitte weiter, *d'* solche engerer Drüsenschläuche; *ee* Cylinderepithel; *m* glatte Muskelbündel des kavernösen Gewebes; *ss* Schleimhaut mit (leer gelassenen) Bluträumen.

der männlichen sehr reich an Blutgefässen, welche ein subepitheliales Kapillarnetz bilden, das in einen dichten Venenplexus übergeht, dessen Röhren schon in einer Tiefe von 0,2 mm unter dem Epithel, 0,5 mm Durchmesser und darüber erreichen (Fig. 1187). Von dem kavernösen Gewebe, in welches die Harnröhrenschleimhaut im kavernösen Theile ohne scharfe Grenze übergeht, unterscheidet sich dieser Venenplexus der Schleimhaut durch den Mangel von glatten Muskeln in den Wandungen, welche erst in einer Tiefe von 0,4—1 mm auftreten, dann rasch an Zahl zunehmen. Dagegen sind die Wandungen der Venen der Schleimhaut, besonders im Bulbustheil, ungemein reich an elastischen Fasernetzen. Die subepitheliale Schleimhautlage enthält zahlreiche Zellen. Leukocyten finden sich im Allgemeinen in mässiger Zahl, doch sind sie bei manchen Individuen reichlich vorhanden und häufen sich auch da und dort zu rundlichen Knötchen, in welchen ich jedoch Keimcentren nicht beobachtete.

Am häutigen Theil ist der Schleimhautkanal der Harnröhre von quergestreiften Muskeln umgeben, welche den *Sphincter urethrae membranaceae* bilden, den *Waldeyer* als *Rhabdosphincter urethrae* (siehe oben) benennt. Der häutige Theil der Harnröhre ist grösstentheils von dieser Muskulatur des *Diaphragma urogenitale* umkleidet, das kurze vor dem *Diaphragma* gelegene Stück senkt sich hinten direkt in den *Bulbus urethrae*, bleibt dagegen vorn auf 2—3 mm Länge reines Schleimhautrohr, ehe es in den Schwellkörper eintritt. Das Epithel der männlichen Harnröhre ist im prostatischen und auch noch mehr weniger weit im membranösen Theile in grösserer oder geringerer Ausdehnung, besonders im Bereiche der *Crista urethralis* von demselben Charakter wie in der Blase oder wie in der Regel im kavernösen Theile ein geschichtetes oder mehrreihiges Cylinderepithel. Stellenweise kommen aber auch in diesem — eingeschoben zwischen Strecken mit Cylinderepithel — Inseln von ausgesprochen geschichtetem Pflasterepithel vor. Erst in der *Fossa navicularis* findet sich regelmässig Pflasterepithel, obwohl auch hier ausnahmsweise Cylinderepithel sich erhalten kann. Es wiederholt sich also, ähnlich wie in der weiblichen Harnröhre, die Unbeständigkeit eines ganz bestimmten Epitheltypus. Immerhin ist in der männlichen Harnröhre das Cylinderepithel, namentlich bei Kindern und Embryonen, so überwiegend häufig zu finden, dass das Vorkommen von Pflasterepithel als Ausnahme bezeichnet werden muss. An genau senkrecht zur Oberfläche geführten Schnitten findet man die oberflächlichen Zellen des Cylinder-



Fig. 1188.

Fig. 1188. Epithel aus dem kavernösen Theile der Harnröhre. *Müller*'s Flüss. Isolationspräparat. Vergr. 700. *A*. *c* Cylinderzellen des geschichteten Cylinderepithels; *f* Fusszelle; *fl* Flügelzellen. *B*. Cylinderzellen von einer Stelle, wo das mehrreihige Epithel in geschichtetes übergeht; *c* Cylinderzellen unten ohne Fortsatz; *c'* mit langen nach der Tiefe reichenden Fortsätzen.

epithels mit ziemlich hoch gelegenen Kernen versehen, unterhalb derselben aber noch zwei bis vier Kernlagen, wodurch der Eindruck der Mehrschichtigkeit erzeugt wird. An Isolationspräparaten vorher mit *Müller*'scher Flüssigkeit konservirter Harnröhren überzeugt man sich jedoch, dass die tiefer gelegenen Zellen sämmtlich auf der Schleimhautoberfläche aufsassen und nur mit ihrem oberen Ende mehr weniger weit emporragen. Die tiefsten Zellen sind rundlich oder pyramidal mit breiter Basis, die weiter hinaufragenden keulenförmig, mit facettirten Flächen, nach oben meist zugespitzt, nach unten in stark verschmälerte, ebenfalls mit Eindrücken versehene, manchmal durchbrochene Füsse auslaufend, die mit einer kleinen Verbreiterung auf der Schleimhaut aufsitzen. Intercellularbrücken sind nur undeutlich zu sehen. Die Cylinderzellen sind nach unten häufig ebenfalls in einen verschmälerten Fuss ausgezogen, der zwischen den tiefer liegenden Zellen bis zur Schleimhaut reicht, in welchem Falle ein mehrreihiges Epithel vorliegt (Fig. 1188, *B*, *c'*), oder die Cylinderzellen sind nach unten abgerundet und enden mit dieser Abrundung etwa in der halben Höhe des Epithels, in welchem Falle das Epithel wirklich geschichtet ist (Fig. 1188, *A*). Welche Form häufiger ist, könnten nur umfangreiche Untersuchungen feststellen, sicherlich kommen innerhalb sehr kleiner Epithelbezirke Cylinderzellen von beiderlei Art vor. Gesellt sich zu der von der bindegewebigen Grundlage ganz abgedrängten Zellenlage eine zweite oder mehrere, dann wird das Epithel mehrschichtig und zugleich, unter Abplattung der oberen Zellenlagen, ein Pflasterepithel. Solche Uebergänge kann man an Schnitten nicht selten wahrnehmen, und es ist daher auch nicht unwahrscheinlich, dass im Laufe des Lebens an ein und derselben Stelle der Epithelcharakter wechseln kann, wie dies bereits früher für die weibliche Harnröhre hervorgehoben wurde (§ 284 S. 385). Nicht selten findet man, ebenfalls wie beim Weibe, im Epithel rundliche oder ellipsoidische, cystenartige Hohlräume von 16—40 μ Durchmesser, welche unmittelbar von den zur Seite gedrängten Epithelzellen begrenzt und entweder von einem Gerinnsel oder von einer in Eosin sich färbenden homogenen, colloidartigen Masse erfüllt sind. In besonders grosser Zahl kommen in einzelnen Fällen solche Cystchen im prostatischen Theile der Harnröhre vor. In sehr wechselnder Zahl findet man das Epithel durchwandernde Leukocyten. Im Allgemeinen sind sie spärlich. An Stellen aber, wo die subepitheliale Schleimhautschicht einen adenoiden Charakter zeigt, kommen auch im Cylinderepithel oft massenhaft Leukocyten vor, welche — ähnlich wie im Epithel der Tonsillen — die Epithelzellen so auseinander drängen können, dass grössere rundliche Räume entstehen, in welchen Haufen von Leukocyten gefunden werden. Die Dicke des Harnröhrenepithels schwankt ausserordentlich. Das typische Cylinderepithel ist 20—70 μ, im Mittel etwa 40—45 μ dick, am dünnsten dort, wo darunter Lymphknötchen sind (20 μ), ebenfalls dünn, wo intraepitheliale Drüsen (siehe unten) sich finden (30 μ). Das geschichtete Pflasterepithel ist 126—190 μ dick.

Die Drüsen der männlichen Harnröhre (*Gl. urethrales*, *Littre*'sche Drüsen) lassen sich ebenso wenig als jene der weiblichen von den *Morgagni*schen Lacunen sondern, welche in der Hauptsache nur Drüsenmündungen sind. Die secernirenden Zellen in der Harnröhre zeigen so eigenartige Verhältnisse der Anordnung, dass man am besten die gewohnten Vorstellungen von Schleimhautepithel, Ausführungsgängen und secernirenden Alveolen bei Seite lässt. Da und

dort sieht man im Cylinderepithel der Schleimhautoberfläche Gruppen von Zellen, welche durch ihren grösseren Querschnitt, ihr helles Aussehen, durch ihre vakuolisirte Beschaffenheit und durch das an fixirten Präparaten oft deutliche Hervortreten geronnener Sekretmassen sich als Drüsenzellen charakterisiren. Nicht selten, aber keineswegs regelmässig, geben solche Zellen nach entsprechender Tinktion deutliche Schleimfärbung. Diese Zellen haben im Uebrigen dieselbe Lage wie die benachbarten gewöhnlichen Cylinderzellen, doch zeigt sich in der Regel eine seichte Einbuchtung des ganzen Epithels an der Stelle, wo sie vorkommen. Sie stellen, kurz gesagt, intraepitheliale Drüsen dar. Besonders häufig finden sich diese intraepithelialen Drüsen in den tieferen Buchten der Schleimhaut. Seltener findet man unter gewöhnlichen Cylinderzellen einzelne Drüsenzellen, welche den typischen Charakter von Becherzellen zeigen (Fig. 1189, *b*). Was man als *Littre*'sche Drüsen beschreibt, sind röhrenförmige, verzweigte



Fig. 1189.



Fig. 1190.

Gänge (Urethralgänge), welche vorzüglich von der dorsalen, den Schwellkörpern der Ruthe zugewendeten Seite (5—22 grössere nach *Koelliker*), aber auch von lateralen, seltener von unteren Buchten der Harnröhrenschleimhaut ausgehen und im Allgemeinen schräg nach hinten in der Richtung gegen die Wurzel des Penis verlaufend, oft bis gegen die Faserhaut des Schwellkörpers der Harnröhre vordringen. Diese Röhren sind im Allgemeinen von demselben Cylinderepithel, wie die Harnröhre selbst, ausgekleidet, doch finden sich häufiger und oft am ganzen Umfange des Rohres Cylinderzellen vom Charakter der beschriebenen Drüsenzellen (Fig. 1190). Die Röhren geben Seitenäste ab, welche in verschiedenen Tiefen des Schwellkörpers gelegen, oft plötzlich oder nachdem sich noch ein relativ weites Rohrstück mit ein- bis zweireihigem Epithel, dessen Cylinderzellen alle Drüsencharakter zeigen, eingeschoben hat, in gewundene tubuloacinöse Endschläuche übergehen. Diese zeigen dasselbe Ansehen, wie die mit

Fig. 1189. Querschnitt des Epithels von der *Pars cavernosa urethrae* vom Hingerichteten. *Müller*'s Fl. Hämatox. Kongo. Vergr. 450. *b* Becherzellen; *c* Cylinderzellen.

Fig. 1190. Drüsenschläuche einer *Littre*'schen Drüse von einem Schnitt durch den kavernösen Theil der Harnröhre. *Müller*'s Fl. Hämatox. Eosin. Vergr. 200. *a* Alveole mit Schleimzellen; *c* mehrreihiges Cylinderepithel; *s* Schleimzellen.

einreihigem Cylinderepithel ausgekleideten, mit deutlicher *Membrana propria* versehenen Endschläuche der *Cowper*'schen Drüsen (s. S. 475). Drüsen von diesem Charakter finden sich im ganzen kavernösen Theil der Harnröhre bis in die *Glans penis* hinein, ja in einzelnen Fällen noch an der Mündung nahe am Frenulum. Im häutigen Theile der Harnröhre sind sie selten oder fehlen gänzlich. Besonders auffallend durch ihre Länge und dem schon bei Embryonen fast parallel der Harnröhre gerichteten Verlauf (*Kuznitzky* in Morphol. Arb. VIII. Bd. S. 65) sind die beiden vordersten Gänge, welche an der Dorsalseite der Harnröhre und zwar der vorderste noch im Bereiche der Eichel münden. Die Mündung des vordersten, oberen Ganges ist relativ weit und beim Erwachsenen mit Pflasterepithel ausgekleidet. Die hintere Lippe der Mündung dieses Ganges ist es, welche die sog. *Guérin*'sche Querfalte (*Valvula fossae navicularis*) bildet, wie überhaupt eigentliche Querfalten nach *Kuznitzky* in der Harnröhrenschleimhaut fehlen und immer nur durch Mündungen von Gängen bedingt sind. Nach Angabe verschiedener Autoren sollen auch im prostatischen Theile der Harnröhre Drüsen von demselben Charakter wie im kavernösen vorkommen. Sicher ist, dass zahlreiche einfache oder mehrmals getheilte Schläuche an der vorderen und seitlichen Wand der Harnröhre mehr weniger weit in die Tiefe dringen. Doch zeigen diese denselben Charakter, wie die Ausführungsgänge der Prostata, entbehren aber der Alveolen mit einreihigen hellen Zellen und deutlicher *Membrana propria*, wie sie für die vorderen Urethraldrüsen und die *Cowper*'sche Drüse charakteristisch sind. — Die *Fascia penis*, eine an elastischen feineren Fasern reiche Binde, umgiebt den Penis von der Wurzel bis zur Eichel, steht am ersteren Orte mit der Binde des Dammes und der Leistengegend in Zusammenhang, und betheiligt sich auch an der Bildung des an wahrem elastischem Gewebe sehr reichen Aufhängebandes der Ruthe, *Lig. suspensorium penis*, das von der Symphyse an den Rücken derselben geht. Nach aussen setzt sich dieselbe ohne Grenze in die Haut der Ruthe fort, welche im Bereiche der Vorhaut eine Verdoppelung bildet. Die Haut der Ruthe zeichnet sich durch ihre Zartheit aus und das Vorkommen einer Schicht glatter Muskeln in dem reichlichen, fettlosen, subcutanen Gewebe, einer Fortsetzung der *Tunica dartos* (s. I. Bd. § 43 S. 163), die bis in die Vorhaut hineinreicht. Vom Rande der Vorhaut an nimmt die Bedeckung des Gliedes mehr die Natur einer Schleimhaut an, hat keine Haare und Schweissdrüsen mehr, wohl aber entwickelte Papillen, ist noch dünner, an der Glans innig mit dem Schwammkörper verbunden und mit einer weicheren, 78—125 μ dicken Oberhaut versehen, die auch in den oberflächlichsten Plättchen noch Kerne zeigt (§ 55, Fig. 148, 4). Ueber die hier befindlichen Talgdrüsen (*Gl. Tysonianae*) vergleiche man § 78 und Fig. 203, sowie die unten folgenden Bemerkungen.

Die Arterien des Gliedes stammen aus der *Pudenda* und zeigen, wie schon *B. Stilling* angiebt, in ihren Aesten die Eigenthümlichkeit, dass oft nach innen von der bei allen Arterien vorkommenden Ringmuskelschicht auch noch Bündel von längslaufenden Muskelzellen sich finden. In den *Corpp. cav. penis* laufen, abgesehen von einigen kleinen Aestchen von der *Art. dorsalis*, nur die *Arteriae profundae penis* nahe am Septum, umgeben von einer bindegewebig-muskulösen, mit dem Balkennetze zusammenhängenden Scheide theils gerade nach vorn, theils mit einem kleinen Aestchen in die Ruthenschenkel.

Auf diesem Wege geben dieselben zahlreiche, hie und da verbundene Aeste an das Schwammgewebe ab, welche, in der Achse der Balken ausser zur Zeit der Erektion gewunden verlaufend, in denselben sich verzweigen und nach *C. Langer's* ausgezeichneten Untersuchungen in verschiedenen Gegenden in etwas verschiedener Weise endigen. Einmal nämlich bildet sich an der ganzen Oberfläche der *Corpora cavernosa*, dicht an der Albuginea und am Septum, aus den letzten Enden der Arterien ein wahres Kapillarnetz (das oberflächliche Rindennetz *L.*), welches dann durch Ausläufer mit dem tieferen Rindennetze von *Langer* zusammenhängt, das aus viel weiteren entschieden venösen Räumen gebildet wird (Fig. 1191). Zweitens münden in dieses tiefere Rindennetz Arterienenden von ca. 66 μ, ohne vorher Kapillaren gebildet zu haben, unmittelbar ein. In ähnlicher Weise münden endlich drittens auch im Innern der Schwellkörper Arterienausläufer von 66—88 μ sofort in die hier befindlichen grösseren Venenräume ein. Ausserdem findet sich nun auch 1. in der Wand der *Arteria profunda* ein wirkliches Kapillarnetz von *Vasa vasorum*, aus welchem das Blut



Fig. 1191.



Fig. 1192.

durch kleinere Venen in ein die Arterie umgebendes Netz weiterer Venenräume geleitet wird, das dem tiefen Rindennetze entspricht, und 2. trifft man auch in den Balken im Innern des *C. cavernosum* weitmaschige Kapillarnetze mit Gefässchen von 22 μ, die vielleicht wie die des oberflächlichen Rindennetzes in

Fig. 1191. Grobes und feines Rindennetz des *Corpus cavernosum penis* des Menschen. Vergr. 12. Nach *Langer*.

Fig. 1192. Schräger Durchschnitt des Ursprunges eines Arterienastes vom *Bulbus urethrae* des Mannes. *Zenker's* Flüss. Hämatoxylin. Kongo. Vergr. 50. *a* Adventitia; *e Elastica interna* auf der Verdickung, *e'* unter derselben; *kk'* klappenartige Verdickung der Intima, *k* mit längs, *k'* mit schräg durchschnittenen Muskeln; *m* Media mit quer durchschnittener Muskulatur.

die Venenräume sich fortsetzen. Die früher viel besprochenen Rankenarterien (*Arth. helicinae J. Müller*) sind büschel- oder knäuelförmig vereinigte kleine Arterien, welche mit einer bindegewebigen Umhüllung (*Adventitia*) versehen, innerhalb grösserer kavernöser Bluträume verlaufen. Sie finden sich an den Schenkeln der Schwellkörper der Ruthe und im *Bulbus urethrae* und zeigen einen eigenthümlichen Bau. Die Innenhaut der Arterien, aus deren Verzweigung die Rankenarterien hervorgehen, zeigt schon an Aesten unter 1 mm Durchmesser von Stelle zu Stelle eine am Querschnitte halbkreisförmige Verdickung, in welcher längslaufende Muskelfasern vorkommen (Fig. 1192 und 1193). An der Basis der Verdickung spaltet sich die elastische Innenhaut (Fig. 1193, *e*). Das eine Blatt derselben zieht unter der Verdickung weiter, das andere überzieht die Verdickung unmittelbar unter dem Endothel. An den Abgangsstellen von Aesten

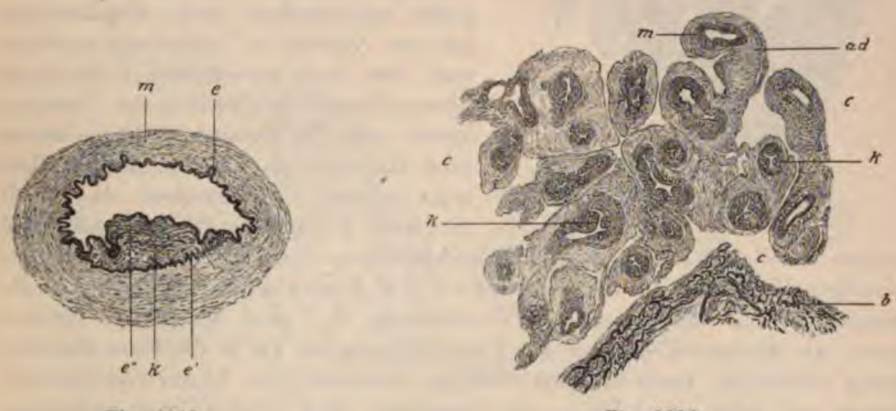


Fig. 1193. Fig. 1194.

bilden diese Verdickungen förmliche Klappen, welche sich gegen den Blutstrom stellen können und in dem Falle als die starken Ringmuskeln der Arterien zusammengezogen und zugleich die Längsmuskeln der Verdickung kontrahirt sind, wohl einen vollkommenen Verschluss des Arterienrohres bewirken mögen. Die Verdickungen der Innenhaut finden sich noch in grosser Zahl an den eigentlichen Rankenarterien (Fig. 1194) von 0,1 mm Durchmesser abwärts und ihre Existenz ist wohl geeignet, die älteren Angaben über blind endigende Rankenarterien, sowie die seitlichen Ausbuchtungen der Lichtungen zu erklären, die *Henle* (Eingeweidelehre S. 403, Fig. 310) von injizirten Rankenarterien abbildete und *B. Stilling* an Schnitten darstellte. Die Endästchen der Rankenarterien gehen zum Theil direkt in die kavernösen Bluträume über, wie am

Fig. 1193. Querschnitt durch eine kleine Arterie der Harnröhrenzwiebel. *Zenker*'s Fl. Orcein. Vergr. 50. *e Elastica interna*; *e'* dieselbe unter, *e''* an der Oberfläche des Klappenwulstes der Intima *k*; im Klappenwulste Querschnitte von Längsmuskeln und elastische Fasern; *m* Ringmuskelschicht der Media.

Fig. 1194. Querschnitt eines Rankenarterienbüschels vom *Bulbus urethrae* des Mannes. *Zenker*'s Fl. Orcein. Vergr. 50. *ad* Adventitia der Arterien; *b* ein Balken des Schwellgewebes mit dunkel gefärbten elastischen Fasern; *c* kavernöser Blutraum; *k* klappenartige Verdickungen der Intima mit Längsmuskeln; *m* Media.

sichersten an glücklich geführten Schnitten erkannt werden kann. Ein solcher Uebergang ist in beistehender Fig. 1195 abgebildet. An den eigentlichen Rankenarterien von 0,08—0,06 mm Durchmesser sind die wulstförmigen Verdickungen der Intima wesentlich nur aus längslaufenden glatten Muskelzellen gebildet, während das elastische Gewebe auf ein zartes, oft undeutliches Fasernetz unter dem Endothel sich beschränkt und sowohl unterhalb des Wulstes, als in der ringförmigen Muskulatur der mittleren Arterienhaut und in der rein bindegewebigen Adventitia gänzlich fehlt (siehe Fig. 1194).



Fig. 1195.

Dem Gesagten zufolge stehen somit die Venenräume der *Corpora cavernosa penis* hauptsächlich durch Kapillarnetze mit den Arterien in Verbindung, es kommen aber auch unmittelbare Uebergänge kleiner Arterien in dieselben vor. Insofern könnte man die kavernösen Räume immer noch theilweise als Vertreter der Kapillarnetze anderer Orte ansehen; da jedoch die erste Verbindungsweise offenbar bei weitem vorwiegt, so ist es wohl zweckmässiger, dieselben als Plexus dünnwandiger Venen aufzufassen. Die venösen Abzugskanäle entstehen theils unmittelbar aus dem kavernösen Venenplexus, d. h. aus dem tiefen Rindennetze, wie die kurzen sogenannten *Venae emissariae*, die in die *Vena dorsalis penis* einmünden, theils kommen dieselben mehr aus dem Innern der Schwellorgane und treten durch Lücken der Rindennetze durch, wie die *Venae emissariae inferiores*, *Kobelt*, und die *Venae profundae*, von welcher Einrichtung *Langer* eine Hemmung des venösen Rückflusses bei der Erektion abhängig macht, eine Annahme, die mit *Koelliker*'s Theorie der Erektion wohl vereinbar ist, da er nur behauptet, dass die Stämme der Abzugsvenen bei der Erektion nicht geschlossen seien, nicht aber, dass dieselben nicht verengert werden.

Im *Corpus cavernosum urethrae* wiederholen sich im Allgemeinen die Verhältnisse der *Corp. cav. penis*, mit dem Unterschiede jedoch, dass unmittelbare Uebergänge der Arterien in die Venenräume nur im Bulbus sich finden, und von den *Venae efferentes* nur die des Bulbus wie die *Venae profundae* sich verhalten. Die Harnröhre zeigt ein, von einem Theil der Arterienenden gebildetes Kapillarnetz, aus welchem sich dann ein Venenplexus in den tieferen Lagen der Schleimhaut entwickelt, der wiederum mit den Venenräumen des *Corpus cavernosum* zusammenhängt.

In der Eichel schliesst sich nach den Untersuchungen *Langer*'s der Kreislauf überall durch Kapillargefässe ab und finden sich dieselben feinen Netze, hier mit Gefässen von höchstens 33 μ, welche oben als oberflächliches

Fig. 1195. Von einem Schnitte durch den *Bulbus urethrae* des Mannes. *Zenker*'s Flüss. Hämatox. Eosin. Vergr. 180. *a Arteria helicina*; *b* Balken des Schwellgewebes; *c* kavernöser Blutraum; *m* Mündung der Rankenarterie in den Blutraum; *ms* Muskelhaut der Arterie.

Rindennetz der *Corp. cav. penis* beschrieben wurden, nicht nur an der Oberfläche der Glans, in der mit ihrem kavernösen Gewebe verschmolzenen Cutis, sondern auch überall im Innern. Zur Stütze dieser feineren Gefässe sind die Balken in der Glans stärker entwickelt als anderswo, und erscheinen daher die Venen hier mehr als wirkliche Gefässe mit besonderen Wandungen, denn als blosse Räume in einem Schwammgewebe (Fig. 1186 S. 480). Von den Venen des *Plexus pudendus* bis zur Prostata beschreibt *Langer* eine schon von *Santorini* gekannte Faltenbildung an der Innenfläche, die, wie bereits erwähnt wurde, von vortretenden Muskelzügen herrührt.

Die Lymphgefässe bilden sehr dichte Netze in der Haut der Glans, der Vorhaut und der übrigen Haut und sammeln sich an der Rückenseite des Gliedes zu oberflächlichen Stämmchen, welche gegen die am meisten nach vorn und medialwärts gelegene Leistendrüse ziehen, während die oberflächlichen Lymph-



Fig. 1196.

gefässe des Hodensackes in einen etwas weiter nach rückwärts gelegenen Lymphknoten sich ergiessen (*v. Zeissl* und *Horovitz*). Ausser den oberflächlichen Lymphgefässen kommen aus der Eichel auch tiefe Lymphgefässe, die mit einem 5 mm hinter der Eichelfurche gelegenen, quer laufenden Stämmchen zusammenhängen. Die tiefen Lymphgefässe sammeln sich zu Einem Stämmchen, das unter der *Fascia penis* mit der *Vena dorsalis* verläuft und entweder direkt zu einem Lymphknötchen des Beckens zieht oder durch Anastomosen mit den oberflächlichen Lymphgefässen in die vorderste Leistendrüse sich begiebt. Nach *Mascagni*, *Fohmann* und *Panizza* besitzt auch das Innere der Eichel um die Urethra herum zahlreiche Lymphgefässe, welche mit jenen der Harnröhrenschleimhaut zusammenhängen und mit den Lymphstämmchen der letzteren zu

Fig. 1196. Genitalnervenkörperchen von der *Glans penis* des Kaninchen. Vitale Methylenblaufärbung nach *G. Retzius*. Vergr. ca. 300. *e* Knöpfchenförmige Enden der Terminalfäserchen; *f* zutretende markhaltige Faser mit ihrer Scheide; *i* Innenkolben; *k* kernhaltige Bindegewebskapsel.

den Beckendrüsen gelangen. Die Nerven des Gliedes stammen von den *Nervi pudendi* und dem *Plexus cavernosus* des Sympathicus, von denen die ersteren die quergestreiften Muskeln der Ruthe, vorzüglich aber die Haut und die Schleimhaut der Harnröhre und nur einem kleinen Theile nach die kavernösen Körper, die letzteren vorzüglich die glatte Muskulatur, an welcher die kavernösen Körper besonders reich sind, versorgen. Die Endigungen der Hautnerven verhalten sich im Wesentlichen wie an anderen Hautstellen (siehe § 46 bis 51), namentlich finden sich in der *Glans penis* zahlreiche Theilungen und Terminalkörperchen, welche theils den *Krause*'schen Endkolben, theils den sogenannten Genitalnervenkörperchen entsprechen. In geringer Zahl finden sich nach *Dogiel* in Papillen des inneren Blattes der Vorhaut, der *Corona* und des *Collum glandis* auch *Meissner*'sche Tastkörperchen. Die Genitalnervenkörperchen, welche unter dem Papillarkörper ihre Lage haben, stellen sehr mannigfaltig gestaltete Terminalgebilde dar, welche bald rundlich, ellipsoidisch oder kolbenartig gestaltet oder auch komplizirter zusammengesetzt sind (Fig. 1196). Sie sind von sehr wechselnder Grösse, beim Menschen nach *Dogiel* 0,06—0,4 mm lang, 0,04—0,2 mm breit und bestehen, wie die ihnen ähnlichen Endkolben, aus einer mässig dicken, lamellären Scheide, welche mit der Perineuralscheide (*Henle*sche Scheide) der zutretenden markhaltigen Nervenfasern zusammenhängt und Zellkerne führt. Gewöhnlich treten 1—2 markhaltige Nervenfasern an die Körperchen heran, doch kann die Zahl der Fasern bei grösseren Formen — nach *Dogiel* — bis 10 betragen. Im Innern findet sich eine feinkörnige Substanz, der Innenkolben, in

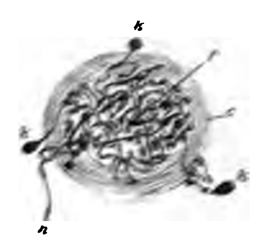


Fig. 1197.



Fig. 1198.

Fig. 1197. Endkolben aus der Schleimhaut des kavernösen Theiles der Harnröhre vom Menschen. Methylenblau. Homog. Immers. 2 mm Ok. II nach *Timofeew*. *c* Kapsel; *f* terminaler Fadenapparat; *k* knopfförmige extrakapsuläre Nervenenden; *n* zutretende Nervenfaser.

Fig. 1198. Senkrechter Längsschnitt vom *Collum glandis* des Justifizirten. *Müller*'s Flüss. Essigs. Hämatox. Vergr. 18. *b* Bindegewebe der Haut; *e* Epithel des Collum und Papillen; *m* glatte Muskeln; *n* Nervenbündel; *t* *Vater-Pacini*'sches Körperchen; die von oben eintretende Nervenfaser schräg abgeschnitten; *v* Venen.

welchem die nach dem Eintritt in das Innere des Körperchens marklos gewordenen Nervenfasern ein vielfach getheiltes und sich durchschlingendes Geäste feiner Fäserchen bilden, welche nach *G. Retzius* mit zahlreichen knöpfchenartigen Anschwellungen enden. *Dogiel* und *Timofeew* finden ein sehr dichtes Nervengeäst mit sehr vielen, relativ dicken Anschwellungen, ausserdem aber noch Nervenfäserchen, welche die Kapsel durchbohren und ausserhalb derselben mit zum Theile auffallend grossen Anschwellungen enden (Fig. 1197, *k*), oder Verbindungen mit Geflechten anderer Körperchen eingehen. Die Genitalnervenkörperchen und Endkolben sind nicht auf die Haut der Glans beschränkt, sondern finden sich auch in der Schleimhaut der *Pars cavernosa* und der übrigen Harnröhre.

Ausser den genannten Terminalkörperchen finden sich am Penis auch die bedeutend grösseren *Vater-Pacini*'schen Körperchen und zwar längs des



Fig. 1199.

N. dorsalis penis in der Fascie, wo sie *Schweigger-Seidel* (1866) entdeckte, ferner im hinteren Theil der *Glans penis* und in den Schwellkörpern der Ruthe unter der Albuginea, sowie im Schwellkörper der Harnröhre und an der Prostata (siehe S. 473). Die Lage eines unregelmässig gestalteten *Pacini*-schen Körperchens aus dem *Collum glandis* zeigt Fig. 1198. Ausser den besprochenen Nervenendigungen in Terminalkörperchen, wozu noch im membranösen und prostatischen Theil der Harnröhre die S. 472 beschriebenen *Timofeew*-schen Endkörperchen kommen, finden sich zahlreiche freie Endigungen und zwar 1. büschelförmige Endverästelungen in den subepithelialen Schichten der Harnröhrenschleimhaut (Fig. 1199, *e*), der Haut des Penis und an der *Fascia penis*. 2. Freie intraepitheliale Nervenenden im Epithel der Harnröhre, der

Fig. 1199. Schräger Schnitt durch die Schleimhaut des prostatischen Theiles der Harnröhre vom Kaninchen. Chromsilberpräparat. *Reichert* **Obj. 8. Okul. III. Nach** *Timofeew*. ***e*** **Subepitheliale Nervenendbüschel;** ***n*** **zutretende Nervenfase r;** ***i*** **intraepitheliale Nervenenden.**

Glans und in der Oberhaut, wie in anderen Epithelien (Fig. 1199). 3. Die ungemein zahlreichen vasomotorischen Nervenendigungen an den Gefässen und den Balken der kavernösen Räume, welche sich wie anderwärts in glatten Muskeln verhalten.

Henle (in Handb. d. Eingeweidelehre S. 396) unterschied vom physiologischen Standpunkte zwei Arten von kavernösem Gewebe, die er als erektiles und kompressibles bezeichnete. Das erektile Gewebe der eigentlichen *Corpora cavernosa* zeigt im Ruhezustande die Bluträume collabirt, das kompressible kavernöse Gewebe in der Wand der *Ductus ejaculatorii* und in der Schleimhaut der männlichen und weiblichen Harnröhre dagegen zeigt im Ruhezustand gefüllte Bluträume, die in dem Momente, in welchem ein Flüssigkeitsstrom die in der Ruhe geschlossenen Schleimhautröhren passirt, zusammengedrückt werden. Einen anatomischen Unterschied der beiderlei Gewebe nimmt jedoch *Henle* nicht an, obwohl ein solcher besteht, indem nur das erektile Gewebe der *Corpora cavernosa* in den die Bluträume umschliessenden Balken und Blättern zahlreiche glatte Muskelbündel führt, während die Wände der Venenplexus des kompressiblen kavernösen Gewebes der glatten Muskeln ermangeln. Im *Corpus spongiosum* (*Kobelt*) der weiblichen Harnröhre liegt eine Mittelform dieser beiden Arten von kavernösem Gewebe insoferne vor, als in den tiefen Schichten der Schleimhaut zwischen den Venen auch reichlich glatte Muskeln vorkommen, obwohl das Gewebe nicht als erektiles bezeichnet werden kann. Doch ist auch hier der an Venen reichste, subepitheliale Theil der Schleimhaut frei von Muskeln (siehe S. 384) und auch an den zwischen den glatten Muskeln mehr in der Tiefe gelegenen Venen ist die eigentliche Gefässwand ohne solche. Man begreift daher, dass diejenigen, welche wie *Koelliker* die Muskeln als wesentlichen Bestandtheil der Balken und Blätter des kavernösen Gewebes betrachten, die genannten von *Henle* als kompressibles, kavernöses Gewebe bezeichneten Venengeflechte nicht als kavernöses Gewebe anerkennen. Das Vorkommen der glatten Muskelzellen im kavernösen Gewebe der Ruthe beim Menschen und bei grossen Säugethieren hat *Koelliker* (in Verh. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg, 2. Bd. 1851) zuerst genauer verfolgt und nachgewiesen, dass bei Thieren, namentlich stark ausgebildet bei *Balaena* und *Delphinus* auch reine Sehnenbalken, neben solchen die Muskeln enthalten, sich finden. Die Bluträume des kavernösen Gewebes werden von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren als eigenartig umgewandelte Venengeflechte betrachtet. Am Ueberzeugendsten ist dies von *M. v. Frey* durch eine sorgfältige Untersuchung des Gefässsystemes des Hundepenis nachgewiesen, welche ergab, dass „die abführenden Venen nur aus den Schwellkörpern Blut erhalten und dass in diese wieder nur venöses einströmt". — *Ch. Robin* und *Legros* stellten die Lehre auf, dass die kavernösen Bluträume kolossal erweiterte Kapillargefässe seien, was man nur zugeben könnte, wenn die kavernösen Räume direkt von Arterienästchen gespeist würden; dies ist aber, wie bereits oben ausgeführt wurde, nur ausnahmsweise der Fall, und es kann nicht bezweifelt werden, dass die Hauptmasse des Blutes, welches in die kavernösen Räume einströmt, vorher ein wirkliches Kapillarsystem passirt hat. — *Nicolas* und später ausführlicher *Retterer* haben gezeigt, dass das kavernöse Gewebe ursprünglich gefässlos angelegt und erst sekundär mit Gefässen versorgt wird.

Die Neigung des Harnröhrenepithels zu metaplastischen Umwandlungen macht die grossen individuellen Verschiedenheiten in der Verbreitung des Cylinder- und geschichteten Pflasterepitheles begreiflich und ebenso die wenig übereinstimmende Schilderung der topographischen Verbreitung der beiderlei Epithelien bei verschiedenen Autoren. Ausnahmsweise kann, wie *Vajda* (in Wiener klin. Wochenschr. 1887 S. 1025) beobachtete, die ganze männliche Harnröhre von geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet sein. Ich selbst sah an einer Schnittserie durch das Beckenende eines 4monatlichen männlichen Embryo, welche mir Herr Dr. *Otis* zur Verfügung stellte, die ganze Harnröhre sammt Blase und Ureteren von geschichtetem Pflasterepithele ausgekleidet; nur an wenigen Stellen fanden sich in der Harnröhre noch Spuren oberflächlicher in Abstossung begriffener Cylinderzellen. Der *Utriculus prostaticus*, welcher in zwei Zipfel ausgezogen war, zeigte sich vollständig von Epithel so ausgefüllt, dass jede Lichtung fehlte. Dagegen waren die Samengänge, Samenblasen und die

Auspritzungskanäle bis an ihre Mündung von einem einreihigen, schönen Cylinderepithele ausgekleidet. Warum in diesem Falle das Pflasterepithel so früh auftrat, während bei einem 6- und einem 7monatlichen Embryo die Harnröhre noch ganz von Cylinderepithel bedeckt war, ist schwer anders zu begreifen, als durch die Annahme individueller Variationen. Die kleinen cystenartigen Hohlräume im Cylinderepithel der weiblichen und männlichen Harnröhre sind in ihrer Bedeutung unklar. Vielleicht hängen dieselben mit zeitweiliger Umbildung des mehrreihigen typischen Cylinderepithels in geschichtetes Epithel zusammen. An Schnitten von der *Glans penis* eines siebenmonatlichen Embryo finde ich an der ventralen Seite, fast bis zur äusseren Harnröhrenmündung, Cylinderepithel, während an der lateralen und dorsalen Seite die Bildung des geschichteten Pflasterepithels im Gange ist. Dieselbe leitet sich damit ein, dass Zellen der mittleren Schicht eine blasige Umwandlung erleiden, indem die periphere Schicht des Protoplasma sich verdichtet, während die centralen Theile flüssiger und durchsichtiger werden. Dieser Prozess betrifft erst einzelne Zellen, greift aber dann rasch weiter und führt zu einer bedeutenden Verdickung des Epithels, während gleichzeitig die oberflächlichen Cylinderzellen, ohne wesentliche innere Umänderung, unter Abplattung emporgehoben und endlich abgestossen werden (Fig. 1200). So entsteht zunächst ein Pflasterepithel, das jenem am Lippenwulste der Neugeborenen (siehe Fig. 849 S. 8) nicht unähnlich ist. Der Vorgang tritt aber inselartig auf und man sieht, wie Fig. 1200 zeigt, anfänglich noch tief eingezogene Stellen, an welchen das Cylinderepithel länger erhalten bleibt. Da der Prozess der Umbildung (Metaplasie) des Epithels mit einer eigenthümlichen, blasigen Umwandlung einzelner Zellen beginnt, kann man sich denken, dass auch später derartige Vorgänge stattfinden, welche aber nicht weiter gehen und mit Degeneration einzelner, blasig gewordener Zellen enden und so zu den häufigen, kleinen Cysten, die nur einen Durchmesser von 16—40 μ haben, Anlass geben. Eine wesentliche Stütze dieser Vorstellung sehe ich in dem Befunde, dass ausnahmsweise ein in der Degeneration befindlicher Zellkern, umgeben von wenig in Eosin tingirbarer Substanz oder auch noch eine wohl erhaltene Zelle mit Kern in der Cyste eingeschlossen ist. Derartiges konnte ich auch in einem Falle in den zahllosen Cystchen des Harnröhrenepithels der Prostata öfter beobachten. In der Regel findet man die Cysten an fixirten Präparaten leer, oder mit einem fädigen Gerinnsel, häufiger mit einem homogenen, in Eosin färbbaren colloidartigen Gebilde erfüllt. — Die genannten Cystchen aus dem prostatischen Harnröhrenepithel zeigen aber noch eine andere bemerkenswerthe Erscheinung. Viele derselben sind nämlich an jenem Segmente ihres Umfanges, welches der Schleimhaut zugewendet ist, mit Cylinderzellen ausgekleidet, welche mit ihrer Längsachse in der Richtung der Radien der Cyste orientirt sind und durch ihr Aussehen Drüsenzellen, wie sie in den accessorischen Prostatadrüsen sich finden, sehr ähnlich sind (Fig. 1201, *c'*). In solchen Cystchen findet man auch häufig dieselben ganz erfüllende Colloidmassen. Denkt man sich, dass solche Cysten an die Oberfläche rücken und sich eröffnen, so würden auf diesem Wege echte intraepitheliale Drüsen entstehen können.

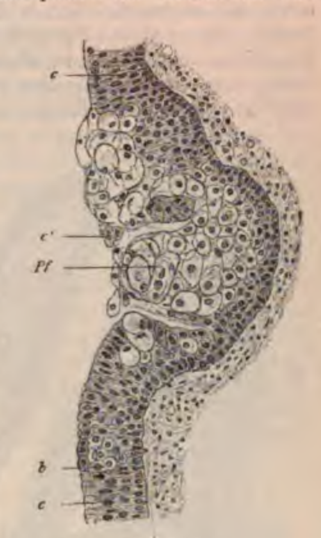


Fig. 1200.

Es giebt aber auch Cystchen, welche in anderer Art und sicher durch Degeneration von Epithelzellen entstehen, ohne mit Drüsenbildung in Beziehung zu stehen. Im

Fig. 1200. Querschnitt vom vorderen Theile der *Fossa navicularis* eines siebenmonatlichen Embryo. Seitenwand. *Müller*'s Flüss. Hämatox. Eosin. Vergr. 200. Umwandlung des Cylinderepithels in Pflasterepithel. *Pf* Insel von Pflasterepithel; *b* Beginn der blasigen Umwandlung der Epithelzellen; *c* Cylinderepithel; *c'* abgestossene oberflächliche Cylinderzellen.

Epithel des *Utriculus prostaticus* und der in denselben einmündenden prostatischen Schläuche fanden sich bei demselben Individuum, bei welchem die eben besprochenen Cystchen im Harnröhrenepithel in auffallend grosser Zahl vorkamen, zahlreiche rundliche Räume — entweder mitten im Epithel, oder an der unteren Grenze desselben gegen das Bindegewebe — welche mit kleinen, wie Chromatin sich stark färbenden Körnchen sowie mit augenscheinlich in Degeneration befindlichen Kernen erfüllt waren. Daneben fanden sich in vielen Epithelzellen degenerirende Kerne mit stark färbbaren Chromatinkügelchen an der Kernmembran, sowie freie solche Kügelchen u. s. w. Alles sprach dafür, dass hier Epithelzellen zu Grunde gingen, deren degenerirte Kerne erst als runde Haufen cystenartige Räume erfüllten. Eine Ableitung der degenerirenden Kerne von Leukocyten konnte mit Sicherheit ausgeschlossen werden und zwar um so leichter, als Leukocyten an den fraglichen Stellen sowohl im Epithel, als unter demselben, fast ganz fehlten. An vielen Stellen waren die degenerirten Kernhaufen in das Innere der Drüsenblasen durchgebrochen und zwischen Prostatakonkretionen zum Theile denselben anhaftend zerstreut. Es wäre auch an einen durch Parasiten bedingten Ursprung der Cysten zu denken. Doch ergab sich hierfür kein Anhaltspunkt.



Fig. 1201.

Ich habe diesen Cystchen im Epithel der Harnröhre deswegen eingehendere Aufmerksamkeit geschenkt, weil ich sie bisher in keinem Falle ganz vermisste und dieselben auch bei einem 15 jährigen und einem 9 jährigen Knaben fand, wodurch der Verdacht, es könnte sich um die Folgen abgelaufener entzündlicher, insbesondere gonorrhoischer Prozesse handeln, ausgeschlossen erscheint. Die Cystchen finden sich in der ganzen Harnröhre, auch beim Weibe, sind in der Regel spärlich und können an dicken Schnitten oder bei nicht ganz tadelloser Konservirung des Epithels leicht übersehen werden.

Grössere Cysten, welche bereits mit freiem Auge gesehen werden können, beschrieb im Epithel der Harnröhre eines 77 jährigen Mannes Falta. Diese Cysten verhielten sich, wie die von Lubarsch und andern im Epithel der harnableitenden Wege beschriebenen und mit Drüsen in Beziehung gebrachten blasigen Bildungen. Sie verdienen hier insoferne Erwähnung, als sie nur zum Theile als Retentionscysten, die durch Verschluss eines Drüsenganges entstanden sind, betrachtet werden können, zum Theile

Fig. 1201. Querschnitt durch die Schleimhaut des prostatischen Theiles der Harnröhre von einem jungen Manne. *Zenker*'s Fl. Hämatox. Eosin. Vergr. 140. *K* Colloidtropfen; *L* Lacunen; *S* Schleimhaut; *b* Blutgefässe; *c* intraepitheliale Cystchen; *c'* solche einseitig, *c''* ringsum von Cylinderzellen ausgekleidet, *c'''* seitlich angeschnittene Cystchen; *ce* Cylinderepithel; *pe* Pflasterepithel.

aber durch degeneratives Zugrundegeben von Epithelzellen und nachträgliche Umwandlung der — den so entstandenen Hohlraum — begrenzenden Epithelzellen in secernirende Drüsenzellen erklärt werden.

Die oberflächlichsten Zellen des geschichteten Pflasterepithels der *Fossa navicularis* erleiden bisweilen eine andere eigenthümliche Veränderung. An Schnitten von der Eichel eines neunjährigen Knaben fanden sich bis 30 μ grosse Zellen mit Haufen von Kernen bis zu 10 und mehr, welche dicht aneinander liegen. Ob diese Kernhaufen durch Fragmentirung von Kernen, wie dies *Dogiel* für die epithelialen Riesenzellen des Harnblasenepithels annimmt (siehe S. 379) oder durch Zusammenfliessen oberflächlich gelegener Zellen, deren Kerne dann zusammenrücken, entstehen, was *Disselhorst* für die vielkernigen oberflächlichen Zellen im Harnleiter glaubt, ist unsicher. Letzteres scheint insbesondere deshalb wahrscheinlicher, weil man öfter Reihen neben einander stehender oberflächlicher Cylinderzellen sieht, deren Grenzen verwischt erscheinen, während zugleich die Kerne dicht aneinander gerückt sind. Das endliche Schicksal dieser vielkernigen epithelialen Riesenzellen ist ihr Untergang unter Erscheinungen der Kerndegeneration.

Die Drüsen und Lacunen der Harnröhre sind Gegenstand sehr widersprechender Darstellungen gewesen. Thatsächlich sind die *Morgagni*'schen Lacunen, wie zuerst *Oberdieck* nachwies, wesentlich nur die Mündungen von Gängen, die sich in der Tiefe verzweigen. Drüsen im gewöhnlichen Sinne des Wortes sind die Urethraldrüsen nicht. Es handelt sich in der Hauptsache um verzweigte Gänge, die dasselbe Cylinderepithel tragen, wie die Harnröhrenschleimhaut und da und dort oft plötzlich in seitliche Ausbuchtungen übergehen, die mit einfachem Drüsenepithel ausgekleidet sind. Da aber in dem Epithel der Hauptgänge, wie im Harnröhrenepithel, auch intraepitheliale Drüsen sich finden, lassen sich die Urethraldrüsen morphologisch schwer abgrenzen und insbesondere von den Lacunen, in welche sie münden nicht scharf trennen.



Fig. 1202.

Was die, echten Drüsenalveolen entsprechenden, Seiten- und Endästchen der Lacunen anlangt, so unterscheiden sie sich nicht von den Alveolen der *Cowper*'schen Drüsen. — Die kleinen Drüsen an der Wand des prostatischen Theiles der Harnröhre hat *Henle* als accessorische prostatische Drüsen bezeichnet, was mir durch den histologischen Bau dieser Bildungen ganz gerechtfertigt erscheint. Von den *Littre*'schen Drüsen des kavernösen Theiles der Harnröhre sind sie durch den völligen Mangel von Alveolen mit hellen, schleimhaltigen Zellen verschieden und ich halte es daher nicht für richtig, wenn neuerdings *Disselhorst* (l. c. S. 208) diese Drüsen als „wohl charakterisirte *Gl. urethrales*, welche den Schleimdrüsen beizurechnen sind" auffasst.

Einige Verwirrung in die Unterscheidung von prostatischen und urethralen (*Littre*'sche) Drüsen ist durch den Umstand gekommen, dass gelegentlich in Lacunen

Fig. 1202. Talgdrüse von der *Glans penis* (*Tyson*'sche Drüse). *Müller*'s Flüss. Hämatox. Eosin. Schwache Vergr. Präparat von *Koelliker*.

der Harnröhre und Urethralgängen colloide und konzentrisch geschichtete Konkretionen sich finden, welche den Prostatasteinen gleichen. Solche Konkretionen kommen, wie *Virchow* (in Arch. 5. Bd.) fand, auch in der Harnröhre des Weibes vor. Es scheint mir nicht gerechtfertigt aus dem Vorkommen geschichteter Konkretionen auf die Anwesenheit prostatischer Drüsen zu schliessen, da das typische Epithel der Prostataschläuche von jenem der *Littre*'schen Drüsen und der Lacunen und jenem der Cysten, in welchen solche Konkretionen vorkommen, wesentlich verschieden ist.

Fig. 1203.

Die Talgdrüsen der *Glans penis* und der Vorhaut sind in neuerer Zeit wieder Gegenstand lebhafter Erörterungen geworden, nachdem *H. Sprunck* (Ueber die vermeintlichen *Tyson*'schen Drüsen. Dissert. Königsberg 1897) und *Stieda* dieselben gänzlich geleugnet und behauptet hatten, dass die als Drüsen angesehenen Bildungen nur Einsenkungen des Epithels zwischen den Papillen seien. *Koelliker* vertheidigte gegen *Stieda* seine alten Angaben (in Verhandl. d. Anat. Gesellschaft 1897 S. 6) und demonstrirte Präparate, von welchen die beiden nebenstehenden Abbildungen stammen, die jeden Zweifel ausschlossen, dass es sich um echte Talgdrüsen handle. Seitdem haben auch *E. Saalfeld* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 53. Bd.), sowie *J. Tandler* und *P. Dömeny* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 54. Bd.), wenn auch selten, Talgdrüsen an der Glans und am *Frenulum praeputii* aufgefunden. Mir hatte solche Drüsen *J. Schaffer* demonstrirt. Die Talgdrüsen der Eichel sind wie *Koelliker* (in Mikrosk. Anat. II, 1 S. 184) schon in seiner ersten Mittheilung hervorhob, sehr variabel und können auch vollkommen fehlen. Ausser den Talgdrüsen kommen, namentlich in der Umgebung des Frenulum's auch grubige Vertiefungen vor, welche von Epithel ausgekleidet sind und welche *Finger* als Krypten beschrieb. Das *Smegma praeputii* ist, wegen des inkonstanten und häufig auf die Umgebung des Frenulum beschränkten Vorkommens der *Tyson*'schen Drüsen, nicht von diesen, sondern von dem sich im Vorhautsacke abschilfernden Epithel des inneren Blattes der Vorhaut und des Halses der Eichel — wenigstens hauptsächlich — abzuleiten.

Bei Embryonen ist die Eichel von einem dicken, geschichteten Epithel überzogen, in welches die mesodermale Vorhautfalte gleichsam hineinwächst. Es ist dann der Vorhautsack ganz von geschichtetem Epithel ausgefüllt, dessen Fusszellen einerseits auf der Eichel, andererseits auf dem inneren Vorhautblatte aufsitzen. In dieser geschlossenen Epithelmasse, die erst nach oder kurz vor der Geburt sich spaltet, kommt es zur Bildung zahlreicher Epithelperlen, wie zuerst *Schweigger-Seidel* sah und neuerdings wieder *Tandler* und *Dömeny* (l. c.) genauer darstellen.

Fig. 1203. Dieselbe Talgdrüse wie in Fig. 1202, etwas stärker vergrössert um die charakteristische Struktur der Drüsenzellen *t* zu zeigen.

Mit den *Tyson*'schen Drüsen am Frenulum dürfen nicht die paraurethralen Gänge verwechselt werden, welche zuerst von *Oedmansson* (in Nordisk med. Arkiv, 17. Bd. 1885) als in der Nähe der hinteren Kommissur der äusseren Harnröhrenmündung sich öffnend und in der Harnröhrenwand bis auf 1 cm Länge verlaufend beschrieben wurden. Sie haben ganz den Bau von Lacunen der Harnröhre, die jedoch, wie die *Fossa navicularis* mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet sind, in der Tiefe aber in Röhren übergehen, welche vollständig den Charakter *Littre*'scher Drüsen haben, mit Alveolen, die Schleimzellen führen. Werden diese Paraurethralgänge umfangreicher, so können sie den Eindruck einer doppelten Harnröhre veranlassen. Histologisch stimmen diese Paraurethralgänge mit jenen der weiblichen Harnröhre (§ 284 S. 386) überein.

Der Bau der Genitalnervenkörperchen, welche von den Endkolben nicht scharf gesondert werden können (§ 50 S. 181) ist, was die Nervenendigung anlangt, noch immer nicht völlig aufgeklärt. Ohne auf die älteren Darstellungen zurück zu kommen, sei hier bemerkt, dass *G. Retzius* (in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 7. Bd. 1890) eine baumartige Verästelung der eintretenden Nerven findet, während *A. S. Dogiel* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 41. Bd. 1893) netzartige Verbindungen derselben und ausserdem durch die Kapsel durchtretende feine Fäden, welche benachbarte Körperchen verbinden oder auch frei im Epithel mit starken knopfartigen Verdickungen enden, beschreibt und darstellt. Diese verschiedenen Befunde erklären sich theilweise durch den Umstand, dass *G. Retzius* sich der vitalen Methylenblaufärbung (durch Injektion der Farblösung in die Blutgefässe des lebenden Thieres), *Dogiel* dagegen der Methylenblaufärbung ausgeschnittener Gewebestücke (auf dem Objektträger) sich bediente. *Dogiel* glaubt, dass die von ihm angewandte Methode vollkommenere Färbungen ergab, als jene von *G. Retzius*. *Dogiel* beschreibt ferner Nervennetze im Hautepithel. *Timofeew* nähert sich im Ganzen in seinen Abbildungen den Darstellungen *Dogiel*'s, findet aber, dass man, wenigstens bei den weniger komplizirten Terminalorganen, immer freie Nervenenden an dem „Fadenapparat" konstatiren kann, wie *Timofeew* solche Bildungen nennt, von welchen man schwer sagen kann, ob sie Netze oder Geflechte sind.

Die Untersuchung der männlichen Geschlechtsorgane muss mit den verschiedenartigsten Methoden vorgenommen werden. Die Samenkanälchen sind ungemein leicht zu isoliren und bei etwas vorsichtiger Entfaltung derselben findet man immer auch einzelne Theilungen. Um den ganzen Verlauf derselben zu erkennen, müssen dieselben auch nach *Lauth* oder *Cooper*'s Angaben, die sich in allen Handbüchern erwähnt finden, mit Quecksilber eingespritzt oder nach *Sappey*'s Methode (s. oben) in verdünnter Salpetersäure zerlegt werden. *Gerlach* empfiehlt für die mikroskopische Untersuchung Gelatinelösung mit Karmin oder Chromblei. Zur Untersuchung der Elemente des Samens und namentlich der Entwicklung der Samenfäden sind die bekannten unschädlichen Flüssigkeiten, am besten Kochsalz von ½ Proz. oder phosporsaures Natron von 3—5 Proz. anzuwenden. — Zur Erforschung des Baues der Spermien genügen jedoch frische Präparate allein nicht. Fixirung derselben mit Osmiumdämpfen und nachträgliche Färbungen sind zur Sichtbarmachung der Strukturen des Kopfes nothwendig. Den fibrillären Bau des Achsenfadens erkennt man durch Maceration in Kochsalzlösung und nachträgliche Färbung, namentlich mit Gentianaviolett. Die Querstreifung des Mittelstückes sieht man bei den noch nicht ganz reifen Samenfäden der Ratte und Maus an frisch isolirten Präparaten in Kochsalzlösung bei starker Vergrösserung. Die Spermiogenese studirt man an Schnitten fixirter Hodenstückchen. Von den mannigfachen Fixirungsflüssigkeiten sind wohl die Osmiumgemische von *Flemming* und *Hermann* am meisten zu empfehlen, besonders für die Histiogenese der Samenfäden. Für letzteren Zweck sind übrigens, wenn es sich um die Centralkörperchen handelt, nur die oberflächlichen, der direkten Osmiumwirkung allein ausgesetzten Kanälchen brauchbar. Das störende osmirte Fett wird mit Terpentinöl ausgezogen. Die Färbung wird nach *M. Heidenhain* oder mit Safranin-Gentiana-Orange nach *Flemming* vorgenommen. Zur Untersuchung der Centralkörper etc. sind die stärksten Vergrösserungen (Homogene Immersion 2 mm Ap. 1,30 und darüber) anzuwenden.

Litteratur.

I. Männliche Geschlechtsorgane im Allgemeinen.

A. Cooper, Obs. on the structure and diseases of the testis, London 1830. with 24 Plates, deutsch, Weimar 1832; *E. A. Lauth*, Mém. sur le testicule humain, in Mém. de la société d'histoire naturelle de Strasb., Tom. I. 1833; *C. Krause*, Vermischte Beobachtungen, in *Müller*'s Arch. 1837, S. 20; *E. H. Weber*, De arteria spermatica deferente, de vesica prostatica et vesiculis seminalibus, Progr. 1836, editum in Progr. coll. II. 1851, p. 178; Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane, Leipzig 1846; *C. J. Lampferhoff*, De vesicularum seminalium natura et usu, Berol. 1835; *R. Leuckart*, Vesicula prostatica, in Cycl. of Anat.; *Luschka*, Die Appendiculargebilde der Hoden, in *Virch.* Arch. II. S. 310; *Koelliker*, Ueber die glatten Muskeln der Harn- und Geschlechtsorgane, in Beitr. zur Kenntniss der glatten Muskeln. Zeitschr. f. wiss. Zool. I.; *Fr. Leydig*, Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere, in Zeitschr. f. wiss. Zool. II; *O. Becker*, Ueber Flimmerepithel im Nebenhoden des Menschen, in Wien. Wochenschr. 1856 Nr. 12, und *Moleschott*'s Unters. II. S. 71; *Fick*, Ueber d. *Vas deferens*, in *Müll.* Arch. 1856, S. 473; *Jarjavay*, Rech. anat. sur l'urèthre de l'homme, Paris 1857; *Viner Ellis*, in Med.-chir. Trans. 1857. p. 327; *E. Rektorzik*, Vork. e. d. pacch. Drüsen analog. Formation an der *Tunica vag. communis*, in Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1857, S. 154; *L. J. Herckenrath*, Bijdrage tot de Kennis van den bouw der *Vesicula sem.*, Amstel. 1858 Dissert.; *Lewin*, in Deutsch. Klinik, 1861, Nr. 24—33; *Ludwig* und *W. Thomsa*, Die Anfänge der Lymphgefässe im Hoden, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. XLIII; *Ch. Rouget*, Rech. anat. sur les appareils érectiles, in Compt. rend. T. 44, p. 902, und Rech. sur les organes érectiles de la femme, in Journ. de la Phys. I. p. 320; *Giraldès*, Note sur un organe, placé dans le cordon spermatique, in Proceed. of the Roy. Soc. of London 1858, p. 231, und Rech. anat. sur le corps innominé, in Journ. de la Phys. IV. I; *B. Panizza*, Osservazioni anthropo-zootomico-fisiologiche, Pavia 1836; *J. Müller*, Entdeckung der bei der Erektion wirksamen Arterien, im Arch. 1834, S. 202; *G. Valentin*, Ueber den Verlauf der Blutgefässe in dem Penis des Menschen, in *Müll.* Arch. 1838; *Kobelt*, Die männlichen und weiblichen Wollustorgane, Freib. 1844; *Herberg*, De erectione penis, Lips. 1844; *Koelliker*, Ueber das anatom. und phys. Verhalten der kavernösen Körper der männl. Sexualorgane, in Verh. d. Würzb. med.-phys. Ges. 1851; *Kohlrausch*, Zur Anat. und Phys. der Beckenorgane, Leipzig 1854; *Ecker*, Icon. phys. Tab. XIX; *Uffelmann*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XVII, S. 254 (Urethra); *W. M. Banks*, On the Wolffian bodies of the fetus and their remains in the adult, Edinburgh 1864; *E. Sertoli*, Cellule ramificate nei canalicoli seminiferi (Estratto dal Morgagni 1864); *Q. Sabatier*, Rech. anatom. sur les appareils musculaires de la vessie et de la prostate, Paris und Montpell. 1864; *J. W. Schuit*, Ontl. beschouw. d. mensch. voorstandklier, Leiden 1864; *J. B. Pettigrew*, in Proc. Roy. Soc. Vol. 15. p. 244; *Schweigger-Seidel*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVII. S. 225; *Fr. Schweigger-Seidel*, in Arch. f. mikr. Anat. I. S. 309; *v. La Valette St. George*, in Arch. f. mikr. Anat. I. S. 403; *P. Mantegazza* e *C. Bozzi*, Anat. patol. d. testicoli, Milano 1865; *C. Langer*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLVI, S. 120; *Legros*, in Journ. de l'anat. 1868 p. 1 (kavernöses Gewebe); *C. Eckhard*, Beiträge zur Anatomie und Physiol. 4. Bd. S. 71 (kavernöses Gewebe); *G. B. Ercolani*, Dei tessuti e degli organi erettili, Bologna 1869; *E. Klein*, Die äusseren männlichen und weiblichen Genitalien etc., in *Stricker*'s Handb., S. 635; *v. La Valette St. George*, Der Hoden, Ebenda, S. 522; *E. Fleischl*, Ueber die ungestielte Hydatide, Ebenda, S. 1235, und in Centralbl. f. d. med. Wissenschaft 1871, S. 49; *B. Stilling*, Die rationelle Behandlung der Harnröhrenstrikturen. Cassel 1870—72, und in *v. Langenbeck*'s Arch. f. Chirurg. 15. Bd. S. 22; *W. Svetlin*, Einige Bemerk. z. Anat. d. Prostata, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 62. Bd. (1871); *V. v. Mihalkovics*, Beiträge zur Anatomie und Histologie des Hodens, in Ber. d. math.-naturw. Kl. d. k. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1873, S. 217; *K. Hardin*, Om testikelns epithelial beklädnad, in Upsala läkaref. förhandl. 8. Bd. S. 195 (Referat v. *Retzius* in Jahresber. f. Anat. 1873); *Robin* et *Cadiat*, Sur la const. de l'utérus male etc., in Journ de l'anat. et de la physiol. 1875, p. 83 et 105; *P. Langerhans*,

Ueber die accessorischen Drüsen der Geschlechtsorgane, in *Virchow*'s Arch. 61. Bd.; *R. J. Harvey*, Ueber die Zwischensubstanz des Hodens, in Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875, S. 497; *R. Gerster*, Ueber die Lymphgefässe des Hodens, in Zeitschr. f. Anat. u. Entwg. 2. Bd. S. 36; *M. Roth*, Ueber die *Vasa aberrantia* am *Rete testis* etc., ibid. S. 215; *W. Waldeyer*, Ueber die sog. ungestielte Hydatide des Hodens, in Arch. f. mikrosk. Anat. 13. Bd. S. 278; *L. Stięda*, Ueber den Bau des Menschenhoden, in Arch. f. mikrosk. Anat. 14. Bd. S. 17; *W. Messing*, Anatom. Unters. über den Testikel der Säugethiere mit besonderer Berücksichtigung des *Corpus Highmori*, Dissert. Dorpat 1877; *J. Gaule*, Anatom. Unters. über Hodentuberkulose, in *Virchow*'s Arch. 69. Bd., S. 64 u. 213; *Ch. Remy*, Sur l'utricule prostatique et le canal de *Müller* chez l'homme, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1879, p. 175; *A. Jacobson*, Zur pathol. Histologie der traumatischen Hodenentzündung, in *Virchow*'s Arch. 75. Bd., S. 349; *F. Tourneux*, Des cellules interstitelles du testicule, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1879, p. 306; *M. Nussbaum*, Zur Differenzirung des Geschlechts im Thierreich, in Arch. f. mikrosk. Anat. 18. Bd., S. 1; *M. Roth*, Ueber das *Vas aberrans* der *Morgagni*'schen Hydatide, in *Virchow*'s Arch. 81. Bd., S. 47; *G. Schneidemühl*, Vergl. anatom. Untersuchungen über den histologischen Bau der *Cowper*'schen Drüsen, in Deutsche Zeitschr. f. Thiermed. 6. Bd., S. 329; *M. v. Frey*, Ueber die Einschaltung der Schwellkörper in das Gefässsystem, in Arch. f. Anatomie u. Physiol. 1880, S. 1; *M. Wassilieff*, Ueber den histologischen Bau der in den äusseren Urogenitalorganen des Menschen und der Thiere vorkommenden Drüsen (Russisch), Referat in *Schwalbe*'s Jahresber. f. 1880, S. 268; *C. Langer*, Ein neuer Fall von *Uterus masculinus* bei Erwachsenen, in Arch. f. Anatomie u. Physiol. 1881. S. 392; *W. Belfield*, in Wiener med. Wochenschr. 1881, S. 709 u. 889 (Krystalle in Schleimdrüsen der Harnröhre und über *Morgagni*'sche Lacunen); *M. Roth*, Ueber einige Urnierenreste beim Menschen, in Festschrift d. Univers. Basel zur Jubelfeier d. Univ. Würzburg, Basel 1882; *P. Fürbringer*, Ueber die Herkunft und Bedeutung der sog. Spermakrystalle, in Sitzber. d. Jen. Ges. f. Medizin u. Naturw. 1881, S. 3; *Derselbe*, Ueber Prostatasekret und Spermatorrhoë, Ebenda, S. 16; *V. Livi*, Sulla struttura e sui linfatici della vaginale, in Archivio p. le scienze mediche. Vol. 6; *Tschaussow*, Resultate makro- und mikroskopischer Untersuchungen über die tiefen Muskeln des vorderen Dammes beim Manne und über das Verhalten der Venen zu ihnen, in Arch. f. Anatomie u. Physiol. 1883, S. 397; *W. S. Richmond*, Fibrous body attached to the hydatid of *Morgagni*, in Journ. of anat. and physiol. Vol. 17, p. 538; *N. Rüdinger*, Zur Anatomie der Prostata etc., in Festschr. d. ärztl. Vereins, München 1883; *P. Pellacani*, Der Bau des menschlichen Samenstranges, in Arch. f. mikrosk. Anat. 23. Bd., S. 225; *Ch. Sedgwick Minot*, Zur Kenntniss der Samenblasen beim Meerschweinchen, Ebenda 24. Bd., S. 211; *H. Stilling*, Beobachtungen über die Funktion der Prostata etc., in *Virchow*'s Arch. 98. Bd., S. 1; *E. Finger*, Beitrag zur Anatomie des männlichen Genitale, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 90. Bd., S. 294 und in Vierteljahresschr. f. Dermatol. u. Syphilis XII, S. 89; *H. Stilling*, Ueber die *Cowper*'schen Drüsen, in *Virchow*'s Arch. 100. Bd., S. 170; *A. Nicolas*, Organes érectiles, Thèse Paris, Steinheil 1886; *Englisch*, Ueber Anatomie und Pathologie der *Cowper*'schen Drüsen, in Wiener med. Jahrbücher 1885; *R. v. Planner*, Ueber das Vorkommen von Nervenendkörperchen in der männlichen Harnröhre, in Arch. f. mikr. Anat. 31. Bd., S. 22; *Vajda*, Beitr. zur Anat. d. männl. Urogenitalapparates, in Wiener med. Wochenschr. 1887, S. 1025 u. 1059; *E. Retterer*, Texture des tissus érectiles dans les organes d'accouplement chez les mammifères, C. r. de la soc. de Biol. IV. Vol., p. 694; *Derselbe*, Sur le développment du tissu érectile etc., Ibid. p. 399, 427, 496; *A. Nicolas*, Note sur les capillaires des organes érectiles, Ibid. p. 259; *Derselbe*, Sur l'appareil copulateur du bélier, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1887, p. 543; *G. Valenti*, Fossettes latérales du frein du prépuce, in Arch. ital. de Biologie Tom. 9, p. 20; *E. v. Düring*, Beiträge zur Anatomie des Penis, in Monatsschr. f. prakt. Dermatologie 1888, S. 1117; *F. Eichbaum*, Unters. über d. Entwickl. d. Schwellkörper des Penis u. d. Harnröhre, in Deutsche Zeitschr. f. Thiermed. 13. Bd. S. 373; *J. Disse*, Beiträge zur Kenntniss der Spalträume des Menschen, in Arch f. Anatomie u. Physiol. Supplem. 1889, S. 222 (Skrotaler Spaltraum etc.); *A. Czerny*, Das *Giraldès*'sche Organ etc., in Arch. f. mikr. Anat. 33. Bd. S. 445; *J. Griffiths*, Observations on the anatomy of the prostate, in Journ. of anat. and physiol. Vol. 23, p. 374 u. Vol. 24, p. 27 u. 236; *C. Posner*, Ueber

Prostatakonkretionen, in Zeitschr. f. klin. Med. 16. Bd., S. 144; *v. Zeissl* u. *Horowitz*, Ein Beitrag zur Anatomie der Lymphgefässe der männl. Geschlechtsorgane, in Verhandl. d. deutsch. dermatol. Gesellsch., I. Kongr. zu Prag, S. 98; *Pick*, Zur Anatomie der männl. Genitalien. Ibid. S. 257; *G. Retzius*, Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Genitalnervenkörperchen etc., in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 7. Bd.; *P. Poirier*, Pathogenie des kystes de l'épididyme, in Revue de chirurgie 1890, p. 861 und Verh. d. X. intern. med. Kongresses in Berlin II. Bd., S. 58; *H. Kayser*, Unters. üb. die Bedeutung der Samenblasen, Dissert. Berlin 1890; *R. Arnold*, Beitr. z. Anat. u. Entwgesch. des Ruthenknochens, Erlangen 1890; *E. Retterer*, in C. r. de la Société de biologie 1890 u. 91 (Eine Reihe von Mittheilungen über die Entwicklung und morphologische Bedeutung der *Glans penis*); *J. Griffiths*, Observations on the urinary bladder and urethra, in Journ. of Anat. and Physiol. 25. Bd., S. 535; *J. E. V. Boas*, Zur Morphologie der Begattungsorgane der amnioten Wirbelthiere, in Morphol Jahrb. 17. Bd. S. 271; *Oudemans*, Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugethiere, Haarlem 1892; *E. Regnauld*, Etude sur l'évolution de la prostate etc., in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1892, p. 109; *J. Schaffer*, Ueber Drüsen im Epithel der *Vasa efferentia testis* beim Menschen, in Anat. Anz. 7. Bd. (1892), S. 711; *C. Toldt*, Die Anhangsgebilde des menschl. Hodens und Nebenhodens, in Sitzber. d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien 100. Bd., S. 189; *Derselbe*, Ueber die *Vasa aberrantia* des Nebenhodens etc., in Verh. d. anat. Gesellsch. VI. 1892, S. 241; *R. Hermes*, Die Epithelverhältnisse in den Ausführungsgängen der männl. Geschlechtsdrüsen, Dissert. Rostock 1893; *J. Griffiths*, The structural changes observed in the Testicles of aged Persons, in Journ. of Anat. and Physiol. 1893, Vol. 27, p. 474; *Derselbe*, Observ. on the Appendix of the testicle etc.; Ibid. Vol. 28, p. 107; *T. Gilbert*, Das *Os priapi* der Säugethiere, Leipzig, Dissert. 1893; *D. Timofeew*, Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen der Säuger, in Anat. Anz. 9. Bd., S. 342; *C. Falcone*, in Monitore zoologico ital. Anno 5, 1894, p. 41 (Hodennerven); *O. Röder*, Vergl. anat. u. physiol. Unters. üb. d. männl. Begattungsorgane der Feliden mit besond. Berücksichtigung der Nervenendigungen, in Arch. f. wissensch. u. prakt. Thierheilk 20. Bd., S. 176 und Dissert. Tübingen 1894; *François-Franck*, Recherches sur l'innervation vasomotrice du pénis, in C. r. de la société de Biologie 1894, Sér. X, T. 1, p. 740 und Arch. de physiol. norm. et pathol. Année 27, Sér. V, T. 7, p. 122; *R. Saint-Loup*, Sur les vesicules seminales et l'utérus mâle des rongeurs, in C. r. de la société de Biologie Sér. IX, T. 6, p. 32; *A. Lode*, Experimentelle Beiträge zur Physiologie der Samenblasen, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 104. Bd., S. 33, ferner in Arch. f. Anat. u. Physiologie 1896, S. 176; *G. Lusena*, Sulla disposizione delle cellule muscolari liscie nella prostata, in Anat. Anz. 11. Bd., S. 399; *P. Jacques*, Utérus male et utricule prostatique, Nancy 1895; *D. Timofeew*, Ueber eine besondere Art von eingekapselten Nervenendigungen in den männl. Geschlechtsorganen bei Säugethieren, in Anat. Anz. 11. Bd., S. 44; *J. R. Eastmann*, Zur Entstehung der *Corpora amylacea* in der Prostata, Dissert. Berlin 1896; *Ehrmann*, Die Entstehung der anormalen paraurethralen Gänge, in Wiener klin. Wochenschr. 1896, S. 1106; *E. Finger*, Zur Anatomie und Physiologie der Harnröhre und Blase, in Wiener medizin. Wochenschr. 1896, S. 1153, 1197 u. 1247; *P. Fürbringer*, Zur Kenntniss der specifisch. Krystallbildungen im Genitalsystem des Mannes, in Deutsche med. Wochenschr. 1896, S. 603 und in *Virchow*'s Arch. 145. Bd., S. 644; *N. Loewenthal*, Note sur la structure fine des glandes de *Cowper* du rat blanc, in Bibliogr. anatom. 4. Année, p. 168; *O. Lubarsch*, Ueber das Vorkommen krystallinischer und krystalloider Bildungen in den Zellen des menschl. Hodens, in *Virchow*'s Arch. 145. Bd., S. 316. 146. Bd., S. 362 und Deutsche med. Wochenschr. 1896, S. 755; *E. Rehfisch*, Neuere Unters. über die Physiologie der Samenblasen, in Deutsche med. Wochenschr. 1896, S. 245; *J. Schaffer*, Bemerkungen über die Epithelverhältnisse im menschl. Nebenhoden, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 13. Bd., S. 317; *P. Sebileau*, Les bourses, le crémaster, la vaginale etc., in Gaz. médicale de Paris 1896 u. 1897; *D. A. Timofeew*, Ueber die Nervenendigungen in den männl. Geschlechtsorganen etc. Kasan 1896 (Russisch, referirt von *Hoyer* in *Schwalbe*'s Jahresber. S. 535); *G. Romiti*, Sulla struttura del condotto deferente umano, in Atti d. Soc. toscana di sc. nat. Processi verbali Vol. X, p. 71; *E. Rehfisch*, Ueber den Mechanismus des Harnblasenverschlusses etc., in *Virchow*'s Arch. 150. Bd., S. 111; *P. Róna*, Die Genese

der paraurethralen Gänge etc., in Arch. f. Dermatol. u. Syphil. 39. Bd., S. 27; *A. Antonini*, Distribuzione del tessuto elastico nella prostata del cane. in Monitore zool. ital. Anno VII, p. 237; *R. Disselhorst*, Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Wirbelthiere etc., Wiesbaden (Bergmann) 1897; *J. A. Hammar*, Ueber Sekretionserscheinung im Nebenhoden des Hundes, in Arch. f. Anatomie u. Physiol. Suppl. 1897; *A. Henry*, Phenomènes sécrétoires dans l'épididyme des Reptiles, in Bibliogr. anat. 1897, p. 184; *C. F. Myers-Ward*, Preliminary note on the structure and function of the Epididymis and *Vas deferens* in the higher Mammalia, in Journ. of Anat. and Physiol. Vol 32, p. 135; *M. Holl*, Die Muskeln und Fascien des Beckenausganges, in Handb. d. Anatom. von *K. v. Bardeleben* 7. Bd. 2. Thl. II. Abth.; *Cl. Regaud*, Les vaisseaux lymphatiques du testicule etc., Thèse Lyon 1897; *Rübeli*, Ueber das *Corpus cavernosum* bei wiederkäuenden Hausthieren, in Schweiz. Arch. f. Thierheilk. 39. Bd., S. 241; *L. Stieda*, Die *Leydig*'sche Zwischensubstanz des Hodens, in Arch. f. mikrosk. Anat. 48. Bd., S. 692; *W. Falta*, Ueber den Befund reichlicher colloidhaltiger Cystchen in der Urethra eines 77jährigen Mannes, in Prager med. Wochenschr. 1898, S. 286; *M. Kuznitzky*, Unters. üb. Richtung und Verlauf der ruhenden männl. Urethra etc., in Morphol. Arb. 8. Bd., S. 65; *W. Waldeyer*, Beitr. zur Anatomie der männl. Harnröhre, in Sitzber. d. kgl. preuss. Akad. 1898, S. 243; *M. v. Zeissl*, Die gegenw. Anschauungen über d. Blasenverschluss, in Wiener med. Presse 1898, S. 878 und Wiener klin. Wochenschr. S. 524; *P. Athanasow*, Recherches histologiques sur l'atrophie de la Prostate consecutive à la castration etc., in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1898, p. 137; *H. Beissner*, Die Zwischensubstanz des Hodens etc., in Arch. f. mikrosk. Anat. 51. Bd., S. 794; *H. Haberer*, Ueber die Venen des menschl Hodens, in Arch. f. Anatomie u. Phys. 1898, S. 413; *C. Mathieu*, De la cellule interstitielle du testicule etc.; Thèse, Nancy 1898; *Ed. Retterer*, Follicules clos de la muqueuse glando-préputiale du chien, in C. r. de la Société de biol. Sér. X, T. V, p. 897, 899, 1086; *J. Stuzmann*, Die accessorischen Geschlechtsdrüsen von *Mus decumanus* und ihre Entwicklung, Diss., Leipzig 1898; *J. Tandler* und *P. Döméný*, Ueber *Tyson*'sche Drüsen, in Wiener klin. Wochenschr. 1898, S. 555; *Albarran* und *Motz*, Ueber den Einfluss von Eingriffen an den äusseren Genitalien auf die Prostata von Thieren (Polnisch, referirt von *Hoyer* im Jahresber. f. Anat. 1898, S. 292); *H. Stahr*, Bemerk. üb. die Verb. d. Lymphgefässe der Prostata mit denen der Blase, in Anat. Anz. 16. Bd., S. 27; *Michel*, Contrib. à l'étude anatom. et pathol. de la prostate, Thèse, Bordeaux 1898; *Cl. Regaud*, Les glandes génitales, in *Renaut*: Traité d'histol. prat. II, 1899; *J. Tandler*, Zur Frage der *Tyson*'schen Drüsen, in Anat. Anz. 16. Bd., S. 207; *Cl. Regaud*, Glandules à sécretion interne juxta-épididymaire chez le lapin, C. r. de la soc. biol. Sér. 11, T., p. 469; *J. Wiesel*, Ueber accessorische Nebennieren am Nebenhoden beim Menschen etc., in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 108. Bd., S. 257; *O. Kalischer*, Die Sphinkteren der Harnblase, in Compt. rend. XII. Congrès intern. méd. Moscou 1897, Vol. 2, 1899, p. 96; *L. Stieda*, Ueber die vermeintl. *Tyson*'schen Drüsen, Ibid. S. 95; *Geo Walker*, Beitrag zur Kenntniss der Anatomie und Physiol. der Prostata etc., in Arch. f. Anatomie und Physiol. 1899, S. 313; *W. Waldeyer*, Das Becken, Bonn 1899; *Th. Cohn*, Zur Kenntniss des Sperma. Die krystallinischen Bildungen des männlichen Genitaltraktes, in Centralbl. f. Allgem. Pathol. u. pathol. Anat. 1899, S. 940; *H. Braus*, Ueber den feineren Bau der *Glandula bulbourethralis* (*Cowper*'schen Drüse) des Menschen, in Anat. Anz. 17. Bd., S. 381; *F. Sprecher*, Sulla distribuzione del tessuto elastico nell' uretra umana, in Anat. Anz. 18. Bd., S. 40; *C. Bruhns*, Ueber die Lymphgefässe der äusseren männlichen Genitalien etc., in Arch. f. Anatomie u. Physiol. 1900, S. 281; *A. Aigner*, Ueber das Epithel im Nebenhoden einiger Säugethiere und seine sekretorische Thätigkeit, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 3. Abth. 109. Bd. (1900), S. 1; *M. Fränkel*, Die Samenblasen des Menschen etc., Berlin, Hirschwald, 1901; *G. Palin*, Beiträge zur Anatomie und Embryologie der Prostata etc., in Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1901, S. 135; *Cl. Regaud*, Note sur les cellules glandulaires de l'Épididyme du Rat, in Compt. rend. Soc. de Biol. Juin 1901; *A. Gurwitsch*, Der Haarbüschel der Epithelzellen im *Vas epididymis* des Menschen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 59. Bd., S. 32; *W. Felix*, Zur Anatomie des *Ductus ejaculatorius*, der *Ampulla ductus deferentis* und der *Vesicula seminalis* des erwachsenen Mannes, in Anatom. Hefte 12. Bd., S. 1.

Vergleiche ferner die im Texte citirten Schriften, sowie die in § 284 auf S. 387 angeführten Arbeiten von *Robin* et *Cadiat*, *G. Oberdieck*, *L. Aschoff*, *v. Brunn*, *Lubarsch*, *G. Klein* und *K. Groschuff*, ausserdem die Litteratur der Haut in Bd. I, S. 206.

Um das folgende Litteraturverzeichniss über Spermiogenese nicht gar zu sehr auszudehnen, wurde nur auf die Wirbelthiere besondere Rücksicht genommen.

II. Samen und Spermiogenese.

A. v. Leeuwenhoek, Arcana naturae, p. 59; *Prévost* et *Dumas*, in Annales des scienc. nat. III. 1824 und Mém. de la soc. d'hist. nat. de Genève Vol. I. p. 185, auch in *Meckel's* d. Arch. Bd. VII, S. 454; *R. Wagner*, Die Genesis der Samenthierchen, in *Müller's* Arch. 1836 und Fragmente zur Physiologie der Zeugung, München 1836; *A. Donné*, Nouv. Expér. sur les animalcules spermatiques. Paris 1837 und Cours de microscopie, Paris 1844; *A. Koelliker*, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, Berlin 1841 und Die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwicklungsgesetz, in Denkschr. d. schweiz naturf. Gesellsch. Bd. VIII, 1846; *Krämer*, Obs. microsc. et experimenta de motu spermatozoorum. Goett. 1842; *Fr. Will*, Ueber die Sekretion des thierischen Samens, Erlangen 1849; *R. Wagner* und *Leuckart*, Art. „Semen" in *Todd's* Cyclop. of Anat. Jan. 1849; Art. „Zeugung" im Handw. d. Physiol. v. *R. Wagner* IV; *Quatrefages*, Rech. sur la vitalité de Spermatozoides, in Ann. d. sc. nat. 3. Sér., Tom. XIX; *Newport*, On the impregnation of the ovum of the amphibia, in Phil. Trans. 1851. I; *Duplay*, Rech. sur le Sperme de vieillards, in Arch. génér. 1852 Déc.; *Ankermann*, De motu et evol filar. spermaticorum. Regiom. 1854 und Zeitschr. f. wissensch. Zool. VII; *A. Koelliker*, Physiol. Studien über die Samenflüssigkeit, in Zeitschr. f. wissensch. Zool. VII, S. 252, auch Würzb. Verh. VI, S. 80; *E. Godard*, Étude sur la monorchidie et la cryptorchidie. Paris 1857 (Entw. d. Samenfäden); *J. Moleschott* und *Ricchetti*, Mittel, ruhende Samenfäden zur Bewegung zu bringen, in Wien. med. Wochenschr. 1855. Nr. 18; *Schweigger-Seidel*, in Arch. f. mikr. Anat. I. Bd., S. 309; *G. Valentin*, in Zeitschr. f. rat. Med. 18. Bd., S. 21 und 21. Bd. S. 39 (Querstreifen der Köpfe); *F. Grohe*, in *Virchow's* Arch. 32. Bd. (Bewegung der Köpfe); *G. Bizzozero*, Studii comparativi sui nemospermi e sulle ciglia vibratili, in Annali univ. di medic. 187. Bd., Febr. 1865; *P. Mantegazza*, Sullo spermo umano, in Rendic. d. r. istituto lombardo. Vol. II. p. 183; *A. Dieu*, Rech. sur le sperme des vieillards. Journ. de l'anat. 1867, p. 449; *v. la Valette St. George*, Ueber die Genese der Samenkörper, 2. Mitth., in Arch. f. mikrosk. Anat. 3. Bd., S. 263; *E. Neumann*, Entwicklung der Samenfäden beim Frosch, in Centralbl. f. med. Wissensch. 1868; *v. la Valette St. George*, Ibid.; *P. Owsjannikow*, Samenkörperchen der Fische, in Bull. de l'acad. des sciences de St. Pétersbourg. T. XIII; *v. la Valette St. George*, Der Hoden, in *Stricker's* Handb. d. Lehre v. d. Geweben, S. 522; *O. Bütschli*, Mittheilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insekten, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 21. Bd., S. 402 u. 526; *V. v. Ebner*, Untersuchungen über den Bau der Samenkanälchen und die Entwicklung der Spermatozoiden bei den Säugethieren und beim Menschen, in *Rollett's* Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz, S. 200 und Separat. Leipzig 1871; *F. Merkel*, Die Stützzellen des menschlichen Hoden, in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1871, S. 1; *E. Sertoli*, Osservazioni sulla struttura dei canalicoli seminif., in Gazetta medica italiana-lombardia 1871; *F. Merkel*, Ueber Entwicklungsvorgänge im Innern der Samenkanälchen, in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1871, S. 644; *V. v. Ebner*, Bemerkungen zu vorstehender Abhandlung, Ebendaselbst. 1872, S. 250; *E. Neumann*, Ueber die Entwicklung der Samenfäden, in Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1872, S. 881; *A. Blumberg*, Ueber die Entwickl. der Samenkörperchen des Menschen und der Thiere, Würzb. Dissert., Königsberg 1873; *F. Merkel*, Erstes Entwicklungsstadium der Spermatozoiden, in Untersuch. aus dem anatom. Institut in Rostock, 1874; *v. la Valette St. George*, Ueber die Genese der Samenkörper, in Arch. f. mikrosk. Anat. 10. Bd., S. 495; *Th. Eimer*, Zoologische Untersuchungen — Ueber Bau und Bewegung der Samenfäden, in Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg, N. F. 6. Bd.; *F. Miescher*, Die Spermatozoën einiger Wirbelthiere, in Verh. d. naturf. Gesellsch. in Basel. 1874, S. 138; *E. Neumann*,

Unters. über d. Entwickl. d. Spermatozoiden, in Arch. f. mikrosk. Anat. 11. Bd., S. 292; *E. Sertoli*, Sulla struttura dei canalicoli seminiferi etc., in Gaz. med. ital.-lombardia 1875, Nr. 51; *A. v. Brunn*, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörper, in Arch. f. mikrosk. Anat. 12. Bd., S. 528; *v. la Valette St. George*, Die Spermatogenese bei den Amphibien, in Arch. f. mikrosk. Anat. 12. Bd., S. 797; *E. Sertoli*, Sulla struttura dei canalicoli seminiferi etc., I. Struttura dei canalicoli seminiferi e sviluppo dei nemaspermi del ratto, in Archivio per le scienze mediche Vol. II (1877/78); *B. Afanassiew*, Untersuchungen über die sternförmigen Zellen der Hodenkanälchen und andere Drüsen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 15. Bd., S. 200; *v. la Valette St. George*, Die Spermatogenese bei den Säugethieren und beim Menschen, Arch. f. mikrosk. Anat. 15. Bd. und Separat, Bonn 1878; *Chr. Helman*, Ueber die Entwicklung der Spermatozoen der Wirbelthiere, Dorpat 1879, Dissert.; *Heneage Gibbes*, On the structure of the Vertebrate Spermatozoon, in Quart. Journ. of Microscop. Science 1879 u. 1880; *G. Balbiani*, Leçons sur la Génération des Vertébrés, Paris 1879 und Journ. de Micrographie T. I (1877); *E. Meyer*, Die Spermatogenese bei den Säugethieren, in Mémoires de l'Acad. imp. des sc. de St. Pétersbourg, 7me Sér., T. 27; *E. Brissaud*, Étude sur la spermatogénèse chez le lapin, in Arch. de physiol. 2. Sér., T. 7, p. 847; *O. Jensen*, Die Struktur der Samenfäden, Bergen 1879; *J. E. Bloomfield*, On the Development of the Spermatozoa, in Quart. Journ. of Microsc. Sc. 1880 u. 81; *W. Krause*, Spermatogenese bei den Säugern, in Centralbl. f. med. Wissensch. 1881 und in Nachträge zur allgem. und mikroskop. Anatomie, Hannover 1881; *G. Retzius*, Zur Kenntniss der Spermatozoen, in Biologische Unters. 1881, S. 77; *V. Hensen*, Physiologie der Zeugung, in *L. Hermann*'s Handb. d. Physiol. VI. Bd., II. Thl., Leipzig 1881; *A. Sabatier*, La spermatogénèse chez les Annélides et les Vertebrés, in Compt. rend. T. 94, p. 172; *G. Renson*, De la spermatogénèse chez les Mammifères, in Arch. de Biol. T. III, p. 291; *O. Jensen*, Recherches sur la spermatogénèse, Ibid. T. IV, p. 1 u. 669; *A. v. Brunn* Beiträge zur Kenntniss der Samenkörper und ihrer Entwicklung, in Goettinger Nachr. 1883 S. 301 und Arch. f. mikrosk. Anat. 23. Bd.; *A. Swaen* et *H. Masquelin*, Étude sur la spermatogénèse, in Arch. de Biol. T. IV, p. 749; *M. Nussbaum*, Ueber die Veränderungen der Geschlechtsprodukte etc. IV. Die Bedeutung der einzelnen Theile der Samenzellen, in Arch. f. mikr. Anat. 23. Bd., S. 192; *G. v. Wiedersperg*, Beitr. zur Entwicklgesch. der Samenkörper, in Arch. f. mikrosk. Anat. 25. Bd., S. 113; *O. Biondi*, Die Entwickl. d. Spermatozoiden, Ibid. S. 594; *Derselbe*, in Arch. f. Anat. u. Physiol., S. 572; *H. Brown*, On spermatogenesis in the rat, Quart. Journ. of Microsc. Sc. 1885, S. 334; *Laulanié*, Sur l'unité du proc. de la spermatogénèse etc., in Compt. rend. T. 100, p. 1407; *W. Krause*, Der Spiralsaum der Samenfäden, in Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Histol. II. Bd., S. 170; *v. la Valette St. George*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 25. Bd., S. 581 (Unke); *A. Grünhagen*, in Centralbl. f. med. Wissensch. 1885, S. 481 (Frosch, Ratte) und S. 737 (Frosch) und Lehrbuch der Physiol. VII. Aufl. 1887; *G. Gilson*, Étude comparée de la spermatogénèse chez les arthropodes, La Cellule, T. I, p. 1; *A. v. Koelliker*, Die Bedeutung der Zellkerne für die Vorgänge der Vererbung, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 42. Bd., S. 1; *A. Sabatier*, Sur la spermatogénèse des Crustacés décapodes, in Compt. rend. T. 100, p. 361; *G. Platner*, Spermatogenese bei den Pulmonaten, in Arch. f. mikrosk. Anat. 25 Bd., S. 564; *W. Voigt*, Ueber Ei- und Samenbildung bei Branchiobdella, in Arb. aus d. zool.-zoot. Inst. in Würzburg, VII. Bd., S. 300; *O. Jensen*, Ueber die Struktur der Samenkörper etc., in Anat. Anz. 1886, S. 251; *E. Ballowitz*, Zur Lehre von der Struktur der Spermatozoën, Ibid. S. 363; *v. la Valette St. George*, Spermatologische Beiträge, in Arch. f. mikr. Anat. 27. Bd., S. 385 (Bufo, Hyla, Rana); *G. Platner*, Ueber die Entstehung des Nebenkernes etc., in Arch. f. mikrosk. Anat. 26. Bd.; *E. Sertoli*, Sur la Caryokinèse dans la spermatogénèse, in Arch. ital. de Biol. VII, 1886, S. 369; *W. Waldeyer*, Bau und Entwicklung der Samenfäden, in Anat. Anz. II, 1887, S. 345 (Zusammenfassendes Referat); *C. Benda*, Zur Spermatogenese und Hodenstruktur der Wirbelthiere, Ibid. S. 368; *Derselbe*, Unters. über den Bau der funktionirenden Samenkanälchen etc., in Arch. f. mikrosk. Anat. 30. Bd., S. 49; *C. Fürst*, Ueber die Entwicklung der Samenkörperchen bei den Beutelthieren, in Arch. f. mikrosk. Anat. 30. Bd.; *Derselbe*, Bidrag till känedomen om sädes kropparnas structur och ut veckling, in Nordisk Medic. Arkiv 19. Bd., 1887; *Ol. Jensen*, Unters. üb. die Samenkörper etc. I. Säugethiere, in Arch. f. mikrosk. Anat.

30. Bd.; *A. Prenant*, Recherches sur la signific. d'éléments du tube séminifère etc., in Internat Monatsschr f. Anat. u. Physiol. IV. Bd. 1887; *Derselbe*, Étude sur la structure du tube séminifère des mammifères, Paris, Savy, 1887; *V. v. Ebner*, Zur Spermatogenese bei den Säugethieren, in Arch. f. mikrosk. Anat. 31. Bd., S. 236 u. 424; *A. Kolossow*, Beitrag zur Frage von der Entwicklung der Samenfäden bei des Säugethieren, in Centralbl. f. d med. Wissensch. 1888, S. 562; *G. Niessing*, Unters. üb. d. Entwickl. u. d. feinsten Bau der Samenfäden einiger Säugethiere, in Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. 22. Bd.; *F. Sanfelice*, Spermatogenesi dei vertebrati, in Bollet. della soc. di naturalisti in Napoli Ser. I, Vol. II, 1888, p. 42 und Arch. ital. de Biol. 1888; *E. Bergonzini*, Sulla spermatogenesi in alcuni mammiferi, in Atti della Società dei naturalisti di Modena Anno 22, 1888, Ser. III, Vol. 7, p. 122; *E. Ballowitz*, Unters. über die Struktur der Spermatozoën etc., in Arch. f. mikrosk. Anat. 32. Bd., S. 401 (Vögel); *Ol. Jensen*, Mittheil. über die Struktur der Samenkörper, in Biol. Centralbl. VII. Bd., S. 662; *E. Ballowitz*, Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoën etc., in Zeitschr. f. wiss. Zool. 50. Bd., S. 317 (Coleopteren); *Derselbe*, Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoën etc. III Fische, Amphibien, Reptilien, in Arch. f. mikrosk. Anat. 36. Bd., S. 225; *Derselbe*, Das *Retzius*'sche Endstück etc., in Intern. Monatsschr. f. Anat. und Physiol. VII. Bd., S. 211; *A. J. Ploetz*, Die Vorgänge im Froschhoden unter dem Einfluss der Jahreszeit, in Arch. f. Anatom. und Physiologie 1890, Suppl. S. 1; *E. Ballowitz*, Die innere Zusammensetzung des Spermatozoënkopfes der Säugethiere, in Centralbl. f. Physiol. 5. Bd., S. 65; *Derselbe*, Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoën, in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 52. Bd., S. 217; *Derselbe*, Die Bedeutung der *Valentin*'schen Querbänder, in Arch. f. Anatomie u. Physiol. 1891, S. 193; *C. Benda*, Neue Mittheilungen über die Entwicklung der Genitaldrüsen und die Metamorphose der Samenzellen, in Verhandl. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin, Dezember 1891; *J. Cunningham*, Spermatogenesis in Myxine, in Zool. Anz. 1891, S. 22 und Quart. Journ. of micr. Sc. 1891, S. 169; *V. Graber*, in Biol. Centralbl. 10. Bd., S. 721 (Referat über die Arbeiten von *Ballowitz*); *E. Verson*, Spermatogénèse du *Bombyx mori*, in Arch. ital. de Biol. 15. Bd., S. 177; *O. vom Rath*, Zur Kenntniss der Spermatogenese von *Gryllotalpa* etc., in Arch. f. mikr. Anat. 40. Bd., S. 102 (Reduktionstheilung); *C. Benda*, Ueber die Histiogenese des Sauropsidenspermatozoons, in Verhandl. d. anat. Gesellsch. VI, 1892, S. 195; *F. Hermann*, Urogenitalsystem, in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklgsgesch. 2. Bd., S. 201 (kritisches Referat über Struktur und Histiogenese der Samenfäden); *A. Prenant*, Sur la signification de la cellule le accessoire du testicule etc., in Journ. de l'anat. et physiol. 1892, S. 292 u. 529; *S. Watase*, The origin of the *Sertoli*'s cell, in Amer. Natural. Vol. 26, p. 442 und On the significance of Spermatogenesis, Ebenda, p. 624; *O. vom Rath*, Beiträge zur Kenntniss der Spermatogenese von *Salamandra maculosa*, I. Theil: Die Reduktionsfrage, II. Theil: Die Bedeutung der Amitose etc., in Zeitschr. f. wiss. Zool., 57. Bd., S. 141; *E. d'Anna*, Sulla spermatolisi nei vertebrati, in Ricerche fatte nel labor. di anat. di Roma etc. Vol. 3, 1893, p. 127 (Degenerationsprozesse bei Urodelen); *K. Ballowitz*, Zur Kenntniss der Samenkörper der Arthropoden, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 11. Bd., S. 217; *E. Ballowitz*, Bemerkungen zu vorstehender Arbeit. Ibid. S. 245; *J. Moore*, Some Points in the Spermatogenesis of Mammalia, Ibid. S. 129; *F. Meves*, Ueber eine Metamorphose der Attraktionssphäre in den Spermatogonien von *Salamandra*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 44. Bd., S. 119; *J. Moore*, On the structural changes in the reproductive cells during the Spermatogenesis of Elasmobranches, in Quart. Journ. of microsc. Sc. V, 1895, p. 275; *Kol. Tellyesniczky*, Ueber die Entwicklung der Samenfäden, in Math.-naturw. Ber. aus Ungarn 1895, S. 383; *F. Meves*, Ueber die Entwickl. d. männlichen Geschlechtszellen bei *Salamandra maculosa*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 48. Bd., S. 1; *C. Niessing*, Die Betheiligung der Centralkörper und -sphäre am Aufbau des Samenfadens bei Säugethieren, Ibid. S. 111; *Ballowitz*, Bemerkung zu dieser Arbeit, Ibid S. 686; *V. v. Erlanger*, Ueber den sog. Nebenkern in den männlichen Geschlechtszellen der Insekten, in Zool. Anz. 19. Bd., S. 65; *K. v. Bardeleben*, Beitrag z. Histol. des Hodens u. zur Spermatogenese beim Menschen, in Arch. f. Anatomie u. Physiol., Supplemb. S. 193; *C. Benda*, Neuere Mittheil. über d. Histiogenese der Säugethierspermatozoën, in Arch. f. Anat. u. Physiologie 1897, S. 406; *P. Bouin*, Études sur l'évolution et l'involution du tube séminifère,

in Arch. d'anat. microsc. T. 1, p. 225; *F. Hermann*, Beiträge zur Kenntniss der Spermatogenese, in Arch. f. mikrosk. Anat. 50. Bd., S. 276; *F. Meves*, Ueber Struktur und Histiogenese der Samenfäden von *Salamandra maculosa*, in Arch. f. mikr. Anat. 50. Bd., S. 110; *Derselbe*, Zur Entstehung der Achsenfäden menschlicher Spermatozoën, in Anat. Anz. 14. Bd., S. 168; *F. Miescher*, Die histochemischen und physiologischen Arbeiten, ges. u. herausg. von seinen Freunden, Leipzig 1897 (Sperma: Bd. I S. 63, Bd. II S. 55 u. 415); *A. Sabatier*, La spermatogénèse chez les poissons sélaciens, in Mém. de l'acad. des scienc. de Montpellier 1896; *S. Loukianow*, Contribution à l'étude de la spermatogénèse chez la souris blanche, in Arch. d. Sciences biol. St. Pétersbourg, T. 6 (1898), p. 285; *E. Zacharias*, Ueber Nachweis und Vorkommen von Nuclein, in Ber. d. d. bot. Gesellsch. 16. Bd., S. 185; *C. Benda*, Ueber die Entstehung d. Spiralfaser des Verbindungsstückes der Säugethierspermien, in Verh. d. anat. Ges. 12. Vers. 1898, S. 264; *Derselbe*, Ueber die Spermatogenese der Vertebraten und höheren Evertebraten, II. Die Histiogenese der Spermien, in Arch. f. Anat. u. Physiologie, S. 393; *Derselbe*, Weitere Mittheilungen über Mitochondria, in Verh. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin, 1898/99; *Derselbe*, Weitere Beobachtungen über Mitochondria und ihr Verhältniss zu Sekretgranulationen nebst kritischen Bemerkungen, Ebenda, 1899/1900; *P. Bertacchini*, Istogenesi dei nemaspermi di *Triton cristatus*, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 15. Bd., 161 u. 177; *M. v. Lenhossék*, Unters. üb. Spermatogenese, in Arch. f. mikrosk. Anat. 51. Bd., S. 215; *F. Hermann*, Bemerkungen üb. d. chromatoiden Nebenkörper, in Anat. Anz. 14. Bd., S. 311; *F. Meves*, Ueber Entstehung und Schicksal der Schwanzmanschette etc., in Mittheil. f. d. Verein Schlesw.-Holst. Aerzte, 7. Jahrg. Nr. 3, 1898; *K. v. Bardeleben*, Weitere Beiträge zur Spermatogenese beim Menschen, in Jena'ische Zeitschr. f. Naturw. 31. Bd. (1898), S. 475; *Cl. Regaud*, Contribution à l'étude de la cellule de *Sertoli* et de la spermatogénèse chez les Mammifères, in Bibliogr. anatom. 1899, I; *A. Maximow*, Die histologischen Vorgänge bei der Heilung von Hodenverletzungen u. s. w., in *Ziegler's* Beiträgen 26. Bd. 1899; *F. Meves*, Ueber Struktur und Histiogenese der Samenfäden des Meerschweinchens, in Arch. f. mikrosk. Anat. 54. Bd.; *E. Rousseau*, Entretiens sur l'histologie des Insectes, in Annales de la Soc. entomol. de Belgique T. 43 (1899), p. 561 (Zusammenfassende Darstellung über den Bau der Samenfäden und die Spermatogenese bei den Insekten und ausführliches Litteraturverzeichniss); *Ivar Broman*, Bidrag till kännedomen om Batrachie-Spermiernas Byggnad, Lund 1900; *Derselbe*, Ueber die Histogenese der Riesenspermien bei *Bombinator igneus*, in Verhandl. d. anat. Gesellsch. 14. Vers. 1900, S. 157; *Cl. Regaud*, Quelques détails sur la division amitotique des noyaux de *Sertoli* chez le rat etc., Ebenda, S. 110; *E. Neumann*, Eine Notiz über Trockenpräparate von Spermatozoën, in *Virchow's* Arch. 159. Bd., S. 173; *G. Loisel*, Etude sur la Spermatogénèse chez le moineau domestique, in Journal de l'Anat. et de la Physiol. 1900, p. 160; *E. V. Wilcox*, Human Spermatogenesis, in Anat. Anz. XVII. Bd., S. 316; *H. Schoenfeld*, La spermatogénèse chez le taureau, in Bibliogr. anatom. année 1900. fasc. 2; *C. Niessing*, Kurze Mittheilung über Spermatogenese, in Anat. Anz. 18. Bd. S. 43; *F. Meves*, Ueber den von *v. la Valette St. George* entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 56. Bd., S. 553; *M. Heidenhain*, Ueber die Centralkapseln und Pseudochromosomen in den Samenzellen von *Proteus* sowie über ihr Verhältniss zu den Idiozomen, Chondromiten und Archoplasmaschleifen, in Anat. Anz. 18. Bd., S. 513; *G. Loisel*, Cellules germinatives, Ovules mâles, Cellules de *Sertoli*, in Compt. rend. T. 131, p. 1229; *Derselbe*, Etudes sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1900, p. 160; *Cl. Regaud*, Études sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogénèse chez les Mammifères, in Arch. d'Anat. microsc. Tom. 4, 1901, ferner eine Reihe kleinerer Mittheilungen in den Compt. rend. d. séances de la Soc. de Biolog. von Nov. 1900 — Juni 1901, ferner in Bibliogr. anatom. 1901 grösstentheils die Spermiogenese bei der Ratte betreffend; *F. Meves*, Ueber die sogenannten wurmförmigen Samenfäden von Paludina und über ihre Entwicklung, in Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. 15. Vers. 1901, S. 23; *W. Waldeyer*, „Die Geschlechtszellen", in Handb. der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbelthiere, herausg. v. *O. Hertwig*, 1. Lief., Jena 1901.

B. Weibliche Geschlechtsorgane.

§ 301.

Die weiblichen Sexualorgane bestehen 1. aus den zwei die Eier bildenden follikulären Keimdrüsen, den Eierstöcken sammt Nebeneierstöcken, mit den beiden, jedoch nicht unmittelbar mit ihnen zusammenhängenden Ausführungsgängen, den Eileitern, 2. aus dem Fruchthälter zur Bergung und Hegung der Frucht, 3. aus den die Frucht nach aussen leitenden und zugleich als Begattungsorgane dienenden Theilen, der Scheide und den äusseren Genitalien.

§ 302.

Eierstock, Eisäckchen und fertige Eier. Nebeneierstock und Paroophoron.

Im Gegensatze zum Hoden des Menschen zeigt der geschlechtsreife Eierstock in Form, Grösse, Beschaffenheit der Oberfläche und Konsistenz viel bedeutendere individuelle und auch funktionelle Verschiedenheiten. Dementsprechend ist auch der Bau des Organes ein wenig übereinstimmender und selbst in verschiedenen Abschnitten desselben Eierstockes nicht von derselben Beschaffenheit. Diese Verschiedenheiten sind hauptsächlich von den wechselnden Zuständen der theils reifenden und schliesslich an der Oberfläche des Eierstockes austretenden, theils zu Grunde gehenden Eier, insbesondere aber der Wandungen der die Eier enthaltenden Säckchen, der Ei- oder *Graaf*'schen Follikel (*Folliculi oophori vesiculosi*) bedingt.

Die Oberfläche des Eierstockes, bei Kindern häufig vielfach eingebuchtet, wie gelappt, bei jungen Mädchen meist glatt, bei geschlechtsreifen Frauen mit kleineren oder grösseren rundlichen, durch wachsende Follikel bedingten Hervorragungen und grubigen Einziehungen versehen, ist nicht von gewöhnlichem Peritonealepithel bedeckt, sondern von Zellen, welche, wie *Waldeyer* zuerst genauer feststellte, einem Schleimhautepithel ähnlich sind. Wegen der Beziehungen, welche dieses Epithel zur Eibildung besitzt, indem aus ihm bei Embryonen unzweifelhaft Eier hervorgehen, wurde dasselbe von *Waldeyer* als Keimepithel bezeichnet. Dasselbe besteht bei Kindern in der Regel aus cylindrischen, bei geschlechtsreifen Frauen oft auf weite Strecken aus niedrigen, platten, einreihigen Zellen und sitzt dem Gewebe des Eierstockes auf. Ein Bauchfellüberzug, eine Serosa, ist an der Oberfläche des Eierstockes nicht vorhanden. Das Bauchfell hört dort, wo das vom breiten Mutterbande ausgehende Mesovarium am Eierstocke sich befestigt, mit einer schon für das freie Auge deutlichen, fast geraden oder leicht welligen Linie auf (*Farre-Waldeyer*'sche Linie). Die Linie wird dadurch auffällig, dass längs ihr der charakteristische Glanz, den von normalem Bauchfelle bedeckte Flächen zeigen, hier plötzlich verschwindet und dem matten, einer Schleimhautfläche ähnlichen Ansehen der Eierstockoberfläche Platz macht.

An senkrechten Durchschnitten durch den Eierstock (Fig. 1204) kann man eine äussere Rindensubstanz (*r*) oder Parenchymschicht (*Zona parenchymatosa*) und eine innere Marksubstanz (*m*) unterscheiden. Erstere ist

der Träger der Eifollikel, welche in einem eigenthümlichen Grundgewebe, dem Rindenstroma, eingelagert sind, letztere besteht hauptsächlich aus lockerem Bindegewebe mit den grösseren Gefässen und Nerven, welche aus dem Mesovarium, begleitet von Bündeln glatter Muskeln, durch den Hilus in das Innere des Organes hineinziehen. Rinden- und Marksubstanz sind nicht scharf von einander gesondert und grössere Follikel, namentlich Untergangsformen von solchen (Fig. 1204, *g* und *n*) können tief in die Marksubstanz hineinreichen. Wie das Keimepithel einem echten Schleimhautepithel, so kann man die Rindensubstanz des Eierstockes einer Schleimhaut und die Marksubstanz dem Unter-

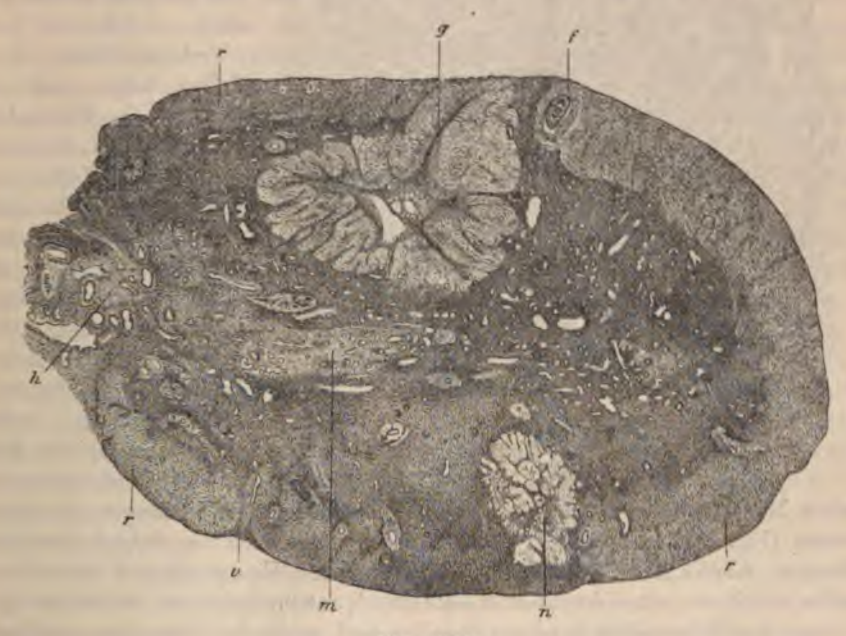


Fig. 1204.

schleimhautgewebe (Submucosa) vergleichen. An einem reinen Längsschnitte durch den Hilus des Eierstockes erscheint diese Analogie unmittelbar einleuchtend; an Querschnitten erscheint die der Schleimhaut vergleichbare Rinde als eine über der Marksubstanz, als Submucosa, zusammengebogene Platte, deren freie Ränder den Hilus begrenzen. Der Vergleich bedarf nur insofern einer Korrektur, als im Bereiche des Hilus (wie in Fig. 1204 auf der unteren Seite) lockeres Bindegewebe mehr weniger weit über das Rindengewebe oberflächlich übergreifen kann. Dies ist namentlich am uterinen Ende des Eierstockes, im Bereiche des *Ligamentum ovarii proprium* regelmässig der Fall.

Fig. 1204. Querschnitt durch den Eierstock einer jungen Frau. Alkohol. Hämatoxylin. Eosin. Vergr. 10. *f* Mittlerer Follikel mit Ei und Granulosa, letztere von der Theca etwas abgehoben; *g* menstrualer gelber Körper; *h* *Hilus ovarii*; *m* Marksubstanz mit vielen Gefässdurchschnitten; *n* Narbe eines gelben Körpers (*Corpus albicans*); *r* Rinde; *v* grubige Vertiefung in derselben.

Das typische Gewebe des Rindenstromas besteht aus zahlreichen, beiderseits zugespitzten, seltener ästigen, platten Zellen mit langgestreckten, meist flachen Kernen von 16—30 μ Länge, 4—6 μ Breite und einer Zwischensubstanz. Die Zellen durchflechten sich in den verschiedensten Richtungen, zeigen jedoch in der Umgebung der Follikel und Gefässe häufig eine mehr konzentrische Anordnung. Zwischen den Zellen finden sich leimgebende Bündelchen, welche in ihrer Verlaufsrichtung den Zellen folgen und im Ganzen ein derbes Gerüst herstellen, in dessen Maschen die Zellen eingelagert sind. Elastische Fasern fehlen, abgesehen von den Wänden der Blutgefässe, im Rindenstroma vollständig. Wegen des grossen Reichthums an anscheinend spindelförmigen Zellen gleicht das typische Rindenstroma einigermassen glattem Muskelgewebe, dessen Bündel in den verschiedensten Richtungen sich durchflechten (Fig. 1205, *s*). In der That wurde dasselbe auch von einigen Forschern (*Rouget, Klebs*, *Aeby* u. A.) als solches aufgefasst. Eine genauere Untersuchung ergiebt jedoch, den alten Angaben *Koelliker*'s entsprechend, mit Sicherheit, dass die fraglichen Zellen platte Bindegewebszellen sind, welche den Fäserchen und Faserbündeln nur äusserlich anliegen, selbst aber in ihrem Zellkörper nichts von der fibrillären Struktur glatter Muskelzellen erkennen lassen. Gegen die Oberfläche des Eierstockes gehen die in den verschiedensten Richtungen, doch vorwiegend schräg oder senkrecht gegen die Oberfläche, sich durchflechtenden Zellen- und Faserzüge in eine mehr der Oberfläche parallele Anordnung über und bilden gegen das Keimepithel eine Grenzschichte des Stroma, welche als *Albuginea* oder Faserhaut bezeichnet wird. An vielen Stellen geschlechtsreifer Eierstöcke unterscheidet sich die Faserhaut nur durch den mehr der Oberfläche parallelen Verlauf der Faserung des Gewebes und erscheint im Uebrigen von demselben Bau wie das Rindenstroma (Fig. 1205 *A*). In der Mehrzahl der Fälle findet man aber in grösserer oder geringerer Ausdehnung, doch niemals gleichmässig die ganze Rinde überziehend, eine bis 0,1 mm dicke Gewebelage, welche durch

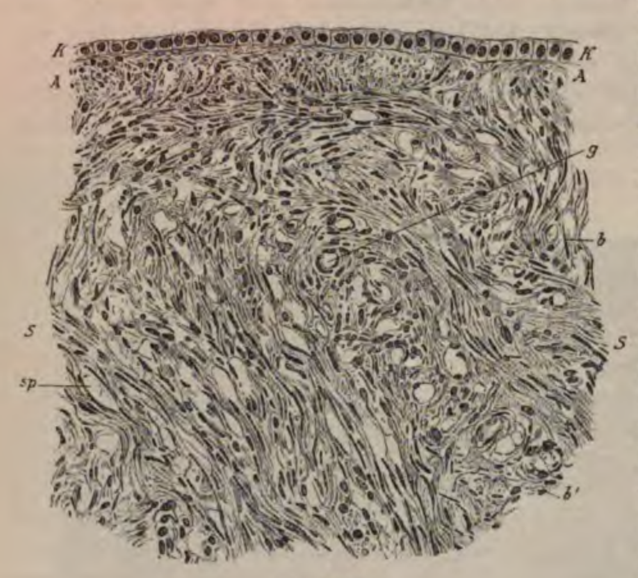


Fig. 1205.

Fig. 1205. Querschnitt durch die oberflächliche Rindenschicht desselben Ovarium wie Fig. 1204. Vergr. 325. *A* sog. Albuginea; *K* Keimepithel; *S* *Stroma ovarii*; *b* Kerne der Bindegewebszellen im Längsschnitte; *b'* im Querschnitte; *g* Blutgefässe; *sp* Spalten des Bindegewebes durch Schrumpfung des letzteren klaffend.

stärkere Bindegewebsbündel und dementsprechend spärlichere Zellen von dem eigentlichen Eierstocksstroma sich unterscheidet und dann erst den Namen einer Albuginea verdient. Ist die Albuginea in dieser Weise ausgebildet, so kann man an derselben in der Regel deutlich drei Schichten von Faserbündeln unterscheiden, von welchen die mittlere mit ihrer Faserung senkrecht zu jener der beiden Grenzschichten verläuft. Bei Kindern im ersten Lebensjahre zeigt sich im Allgemeinen noch keine stärkere Bindegewebsschicht an der Oberfläche; nur am Boden der Buchten und Furchen, welche an solchen Eierstöcken oft weit in die Tiefe reichen, findet man schon häufig stärker entwickelte Bindegewebszüge unter dem Keimepithel. Die geschilderte Beschaffenheit des Rindenstromas wird wesentlich an jenen Stellen verändert, wo aus demselben die Wandungen grösserer Follikel hervorgehen, die entweder zur normalen Ausbildung kommen und nach Ausstossung des reifen Eies einen gelben Körper (*Corpus luteum*) bilden oder in mehr weniger fortgeschrittenen Stadien der Entwickelung der Rückbildung verfallen (atretische Follikel). Aus- und Rückbildung gelber Körper, sowie die verschiedenen Stadien der Follikelatresie können, wo sie in grösserer Zahl vorkommen, das Gewebe des Eierstockstroma streckenweise so verändern, dass dasselbe von dem typischen Baue gänzlich abweicht. Auf diese Veränderungen kann jedoch erst nach eingehender Besprechung des Baues der Eisäckchen und ihres Wachsthums und Unterganges eingegangen werden und muss in dieser Beziehung auf § 305 verwiesen werden.

Die Marksubstanz des Eierstockes ist, als Träger der grösseren Blut- und Lymphgefässe, sowie der stärkeren Nervenbündel, lockeres Bindegewebe mit reichlichen leimgebenden Bündeln, elastischen Fasern und den gewöhnlichen Formen von Bindegewebszellen. Ausserdem führt die Marksubstanz namentlich längs der stärkeren Gefässe auch Bündel von glatten Muskelfasern, die aus dem Mesovarium und namentlich vom *Ligamentum ovarii proprium* her in den Hilus hineingelangen und in der Marksubstanz sich verlieren.

Von den Eisäckchen werden die jüngeren Formen, welche sich vorzüglich in den oberflächlichen Theilen der Rinde finden, im nächsten Paragraphen besprochen und hier zunächst nur die ausgebildeten Follikel von 0,5 bis 6 mm Durchmesser geschildert. Ihre Zahl ist eine sehr schwankende; bald findet man nur wenige, in anderen Fällen bis zu 50—100—200 (*Koelliker*), und muss man sich hüten, solche an grösseren Follikeln reiche Eierstöcke als pathologisch verändert (kleincystisch degenerirt) zu halten. Ein jeder derselben (Fig. 1206) besteht aus einer gefässhaltigen Bindegewebsschicht (*Theca folliculi v. Baer*), einem Epithel (*Stratum granulosum*), welches an einer bestimmten Stelle das Ei in sich birgt und aus einem flüssigen Inhalte (*Liquor folliculi*).

Die Bindegewebshülle hat nach *Koelliker* bei Follikeln von 1,8—2 mm eine Gesammtdicke von 140—200 μ. Sie besteht deutlich aus zwei Lagen, von welchen die äussere (*Tunica externa*) ohne scharfe Grenze in das Rindenstroma übergeht und aus denselben Elementen besteht wie diese, jedoch dadurch als zum Follikel gehörig sich erweist, dass die Fasern und Zellen konzentrisch um den Follikel geordnet sind und eine dichtere Anordnung besitzen. Durch eine dünne Lage eines mehr lockeren, spaltenreichen Gewebes, welches die leichte Ausschälbarkeit grösserer Follikel bedingt, ist die äussere Schicht der Theca mit

der inneren (*Tunica interna*) verbunden. Diese besteht aus dicht gedrängten Zellen, wie sie auch da und dort ausserhalb der Theca im Stroma des Eierstockes schon bei Embryonen vorkommen (Kornzellen *His Cellules interstitielles Tourneux*), von rundlich polygonaler oder kurz spindelförmiger Gestalt, deren Grösse 15—22 μ und darüber erreicht und die in ein zartes Reticulum eingeschlossen sind, das mit den Bindegewebsbündeln der äusseren Thecaschicht zusammenhängt. Sie zeigen nicht selten mitotische Theilungen und enthalten mit-

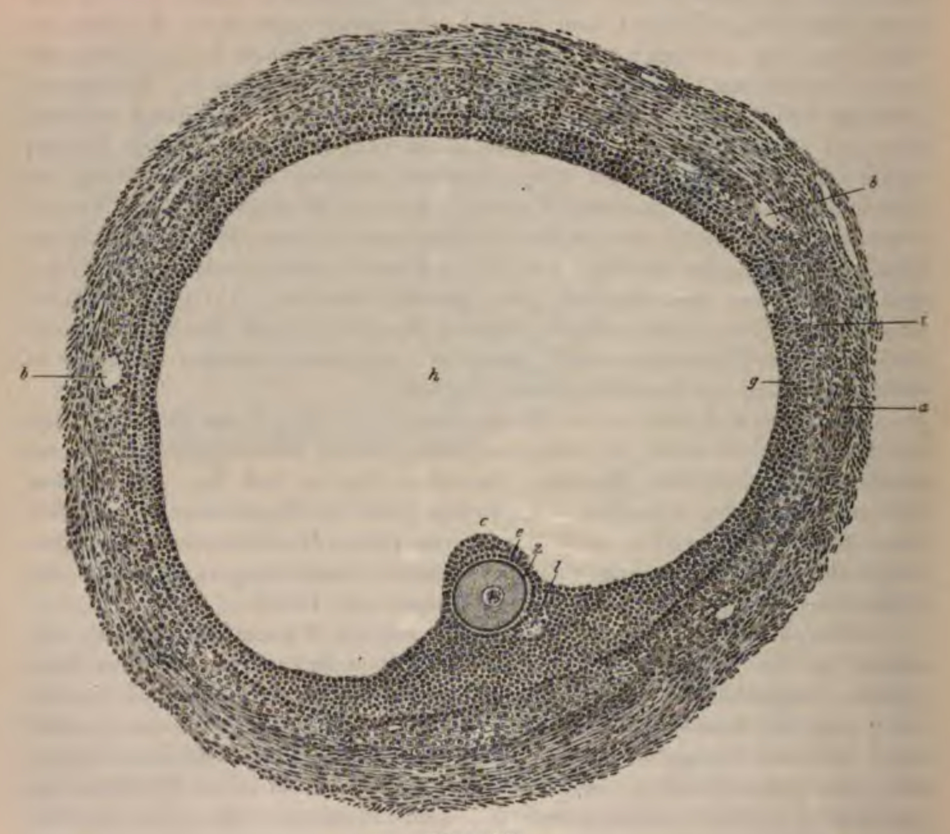


Fig. 1206.

unter feine Fettkörnchen. Nach innen wird die *Tunica interna* durch ein zartes, strukturloses Häutchen (*Membrana propria* [*Koelliker*], Basalmembran) gegen das Epithel abgeschlossen. Die Theca ist ungemein reich an Gefässen und ein dichtes Kapillarnetz mit auffallend weiten Röhren liegt der Basalmembran unmittelbar an, aus welchem sofort ziemlich weite Venen hervorgehen.

Fig. 1206. Fast ausgebildeter Follikel vom Eierstocke eines geschlechtsreifen Mädchens. *Zenker*'s Fl. Hämatox. Eosin. Vergr. 90. *a* Aeussere, *i* innere Schicht der Theca; *b* Blutgefässe; *g Stratum granulosum*; *h* Hohlraum des Follikels (der geronnene Liquor nicht dargestellt); *c Cumulus oophorus*; *e* Eiepithel; *z Zona pellucida*, das Ei sammt Keimbläschen umschliessend; *l* Lücke im Epithel.

Das Follikelepithel oder *Stratum granulosum* (A. N.), gewöhnlich *Membrana granulosa* oder kurzweg *Granulosa* genannt, kleidet als eine 20 bis 30 μ und darüber dicke Lage den ganzen Follikel aus und besitzt, und zwar in der Regel an der der Oberfläche des Eierstockes abgewendeten Seite, eine warzenförmig in den Hohlraum des Follikels vorspringende Verdickung, welche das Ei enthält und als Eihügel (*Koelliker*) *Cumulus oophorus* (A. N.), bei den älteren Autoren als *C. proligerus* bezeichnet wird (Fig. 1206, *c*). Das Follikelepithel ist mehrschichtig und besteht im Allgemeinen aus drei bis vier Zellenlagen, von welchen die tiefste aus mehr cylindrischen Elementen, die oberflächlichen aus rundlich-polygonalen Zellen von 6—9 μ Durchmesser bestehen. Die Zellen sind durch Intercellularbrücken verbunden. Im Bereiche des Eihügels sind die Zellen vielfach geschichtet und umschliessen das Ei ringsum in der Art, dass die unmittelbar dasselbe umgebenden Zellen wie ein Cylinderepithel der Eikugel aufsitzen. Die Gesammtheit dieser Cylinderzellen wird als *Corona radiata* (*Bischoff*) oder als Eiepithel bezeichnet (Fig. 1206, *e*). Die Zellen des Eiepithels zeigen um so deutlichere Cylinderform, je näher der Reife das von denselben umhüllte Ei ist und erreichen schliesslich eine Höhe von 26 μ. Die Zellen des Follikelepithels enthalten feine Körnchen, aber normalerweise keine grösseren Fettröpfchen. Die Kerne sind von rundlicher oder ellipsoidischer Form und zeigen an geeignet fixirten Präparaten ein gut entwickeltes Chromatinnetz. Mitosen finden sich im Follikelepithel ziemlich häufig, wie dies mit Rücksicht auf die während des Follikelwachsthums bedeutende Flächenausdehnung des *Stratum granulosum* von vornherein zu erwarten ist.


Fig. 1207.

Das Ei (*Ovulum*) stellt ein kugelrundes Bläschen dar, welches einen Durchmesser von 0,22—0,32 mm (*Koelliker*) erreicht. Es besteht aus der eigentlichen Eizelle und einer dieselbe umhüllenden 7—11 μ dicken, glashellen Haut, der *Zona pellucida* (Chorion *v. Baer*, *Oolemma pellucidum*). Sie ist ein kutikulares Abscheidungsprodukt der Eiepithelzellen, dementsprechend gegen die Eizelle scharf, gegen die Epithelzellen nur undeutlich abgegrenzt und liegt der Oberfläche des Eies innig an. Ein von Flüssigkeit erfüllter Spaltraum zwischen Zona und Ei (perivitelliner Spaltraum) ist zwar von *Bischoff*, *Nagel* u. A. angenommen worden, lässt sich aber am frischen Objekte nicht nachweisen. Die *Zona pellucida* ist nicht doppelbrechend, mässig fest, wasserreich, dabei quellungsfähig, elastisch, platzt jedoch bei stärkerem Drucke. Im frischen Zustande erscheint sie meistens homogen; nur selten kann man am frischen Objekte feine Radiärstreifen wahrnehmen, welche von dünnen Fortsätzen der Epithelzellen herrühren, die in grosser Zahl durch die Zona zur Eioberfläche ziehen, wie *Flemming*, *Paladino* und *Retzius* insbesondere für das Kaninchenei nachwiesen. Eine besondere Oeffnung für das Eindringen des Samenfadens (Mikropyle) fehlt dem Ei der Säugethiere und des Menschen.

Fig. 1207. Ovulum des Menschen aus einem mittelgrossen Follikel frisch isolirt. Vergr. 250. *a Zona pellucida*; *b* äussere Begrenzung des Dotters und zugleich innere Grenze der *Zona*; *c* Keimbläschen mit dem Keimflecke.

Die eigentliche Eizelle besteht aus dem Dotter (*Vitellus*), der aus dem Protoplasma der primitiven Eizelle hervorgeht und aus dem 30—45 μ grossen Keimbläschen (*Vesicula germinativa*, *Purkinje*'sches Bläschen), dem Kerne der Eizelle. Das Keimbläschen enthält ein 7—10 μ grosses, einfaches, selten doppeltes, kugeliges Kernkörperchen, den Keimfleck (*Macula germinativa*, *Wagner*'scher Fleck), der gewöhnlich eine Vacuole enthält (*Schrön*-sches Korn).

Das Keimbläschen liegt excentrisch und stellt sich, wie *Nagel* fand, an einem frisch isolirten Ei stets in die nach oben gewendete Eihälfte ein. Der Dotter erscheint in einer mehr weniger breiten Oberflächenschicht von feinkörniger Beschaffenheit und lässt auch undeutlich kurze, blasse Fäden erkennen (Protoplasma), geht aber gegen die Mitte in eine Masse über, welche bei Thieren zahlreiche kleinere und viele grössere (bis 2 und 3 μ) kugelige, farblose oder theilweise auch gelbliche Dotterkörner einschliesst (Deutoplasma). Durch diese theils schwach, theils stark lichtbrechenden Dotterkörner erscheint der Dotter am frischen Ei bei schwacher Vergrösserung im durchfallenden Lichte dunkel und wenig durchsichtig. Im Vergleiche zu den Eiern der Säugethiere enthält jedoch das Ei des Menschen nur wenige grössere Dotterkörner und erscheint daher im Ganzen durchsichtiger, wie schon *Koelliker* (in mikrosk. Anat.) bemerkte und *Nagel* neuerdings hervorhebt und ist sehr wasserreich (*Bischoff*, *Koelliker*). Die grösseren Dotterkörner sind ferner beim Menschen nicht einfache Kügelchen, sondern unregelmässige Schollen, welche aus zwei bis vier Einzelstücken zusammengesetzt erscheinen. Sie liegen in grösseren Abständen von einander und ihre Gesammtzahl beträgt oft nur 20—30.

Der Nebeneierstock (*Epoophoron Waldeyer*, *Rosenmüller*-sches Organ, Parovarium der älteren Autoren) besteht aus einer gewissen Zahl vom *Hilus ovarii* pinselförmig in das Mesovarium ausstrahlender Kanäle von 0,33—0,45 mm, die sich eine Strecke weit zu einem Längskanale vereinen, der wie die Kanälchen des Nebeneierstockes noch im Bereiche des breiten Mutterbandes blind endigt. Nicht selten findet sich neben dem abdominalen Tubenende ein bläschenförmiger Anhang des Längskanales (*Appendix vesiculosa Morgagni*). Die Kanälchen des Nebeneierstockes bestehen aus einer Faserhaut von 45—54 μ und einer einfachen Lage blasser, flacher oder cylindrischer, bisweilen flimmernder Zellen. Flimmerepithel wurde von *O. Becker* zuerst direkt nachgewiesen, nachdem *Koelliker* das Vorkommen desselben vermuthungsweise ausgesprochen. Mit den Kanälchen des Nebeneierstockes stehen netzartig angeordnete, von plattem oder cylindrischem Epithel ausgekleidete Röhrchen in Verbindung, welche bereits in der Marksubstanz des Ovarium gelegen sind und mehr weniger tief in dieselbe eindringen (*Koelliker*, *Waldeyer* u. A.), ja ausnahmsweise, wie *O. v. Franqué* beim Menschen fand, selbst bis in die Rindensubstanz reichen. Bei älteren Embryonen und bei manchen ausgewachsenen Thieren (Katze, Hund, Fuchs, Reh) findet man regelmässig diese Markschläuche, sog. *Epoophoron*schläuche in der Marksubstanz des Ovarium (Fig. 298). Ausser den mit Lichtungen versehenen Schläuchen kommen auch solide Stränge von Epithelzellen, Markstränge (*Koelliker*) vor, welche da und dort netzartig mit einander verbunden sind und mit den hohlen Markschläuchen zum Theil in Zusammenhang stehen.

Was nun die Bedeutung aller dieser Bildungen anbelangt, so ist sicher, dass das ausserhalb des Ovariums befindliche eigentliche *Epoophoron* nichts ist, als ein embryonaler Rest des sog. Geschlechtstheiles der Urniere oder des *Wolff*schen Körpers und dem Nebenhoden des Mannes entspricht. Im Gegensatze zum Nebenhoden kommt aber dem Nebeneierstocke keine funktionelle Bedeutung zu. Ob die sog. *Epoophoron*schläuche und Markstränge im Marke des Ovarium ebenfalls als Urnierenabkömmlinge zu betrachten sind, ist dagegen zum Mindesten zweifelhaft. *Coert*, welcher die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen in neuester Zeit eingehend untersuchte, bezeichnet im Anschlusse an *Tourneux* die Markschläuche als *Rete ovarii*, welches dem *Rete testis* homolog sein und wie dieses



Fig. 1208.

(siehe S. 417) nicht aus der Urniere, sondern aus dem proximalen Theile der eigentlichen Geschlechtsdrüsenanlage sich entwickeln soll. Dieser Ansicht schliesst sich auch *H. v. Winiwarter* an, während die Mehrzahl der Autoren die Markschläuche von der Urniere ableitet. Auch die Markstränge halten *Waldeyer*, *Koelliker*, *Balfour* und viele Andere für Sprossen von Urnierenkanälchen, während *Egli*, *Janošik*, *Mihálkovics*, sowie die neuesten Untersucher *Coert* und *v. Winiwarter* sie von der Ovarialanlage selbst, in letzter Linie vom Oberflächenepithel derselben, ableiten. Die Markstränge sind im reifen Eierstocke nicht immer mit Sicherheit, d. h. schon embryonal als solche angelegt, zu erkennen und können mit Zellsträngen, welche in letzter Linie von

Fig. 1208. Eierstock einer jungen Hündin. Vergr. 23. Oben Rindenzone mit kleinen und in der Tiefe grösseren Follikeln. Links unten Theil des Mesovarium. *e* Schläuche in der Marksubstanz (*Rete ovarii*). Präparat von *Koelliker*.

den Wandungen der Follikel oder aus interstitiellen Bindegewebszellen stammen, verwechselt werden und wurden auch mit derartigen Zellsträngen ganz anderer Herkunft unter dem Namen Markstränge zusammengeworfen. Ein weiteres Eingehen auf diese Bildungen ist erst nach Besprechung der Entwicklung und des Unterganges der Follikel möglieh und soll daher von denselben noch später (siehe § 305) die Rede sein.

Als *Paroophoron* wurde zuerst von *Waldeyer* im breiten Mutterbande, näher dem Gebärmutterkörper als der Nebeneierstock, ein kleines, nur bei Embryonen gut erkennbares und jedenfalls bei Erwachsenen selten nachweisbares rudimentäres Organ beschrieben, welches aus blind endigenden, von Epithel ausgekleideten Schläuchen besteht und einen Rest des Urnierentheiles



Fig. 1209.

des *Wolff*'schen Körpers darstellt. Dasselbe ist der *Paradidymis* des Mannes homolog (siehe S. 461) und verschwindet mitsammt dem *Wolff*'schen Gange beim Menschen in der Regel vollständig noch vor der Geburt. *Ballantyne* konnte Paroophoronreste, wie *Waldeyer*, auch bei Erwachsenen nachweisen. Ueber die Angaben *O. Aichel*'s betreffend die Beziehungen des *Epoophoron* und *Paroophoron* zu den Nebennieren siehe § 297 S. 462.

Die Arterien des Eierstockes, aus der *Arteria ovarica* und *uterina*, treten als viele kleine Stämmchen zwischen den Platten des Mesovariums in den Eierstock hinein und verlaufen in der Marksubstanz und im inneren Theile der Rinde mit vielfach gewundenen, knäuelartig angeordneten und korkzieherartig gedrehten Aestchen (*Art. helicinae*) und versorgen das *Stroma ovarii*, insbesondere aber die Theca der grösseren Follikel mit zahlreichen Kapillaren.

Fig. 1209. Schläuche der Marksubstanz (*Rete ovarii*) einer jungen Hündin. Theil der Abbildung Fig. 1208. *e* bei stärkerer Vergrösserung.

Die Arterien des Ovariums der Frau zeigen, wie *Paladino* nachweist, stellenweise Verdickungen der Innenhaut mit Längsmuskeln, ein Verhalten, das an ähnliche Einrichtungen an den Schwellkörperarterien der Ruthe (siehe S. 487) erinnert. An den mittleren und grösseren Follikeln findet sich in der *Tunica interna* ein reichliches Kapillarnetz mit nicht sehr regelmässigen, da und dort sehr engen Maschen und relativ weiten Kapillarröhren (Fig. 1210), welche der Basalmembran innig anliegen und stellenweise, wenn sie stärker gefüllt sind, auch etwas gegen das Epithel hervorragen. An schief durch die Granulosa

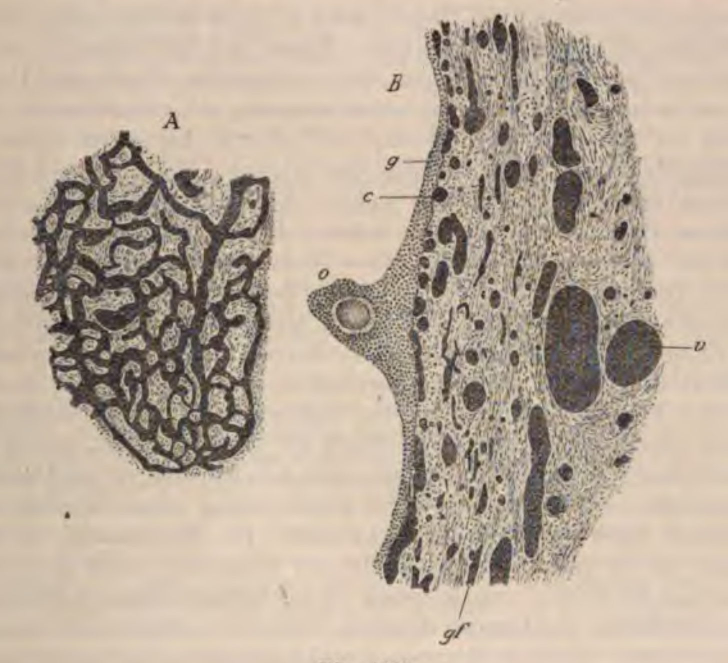


Fig. 1210.

geführten Schnitten entsteht daher leicht der Anschein, als ob diese selbst Blutkapillaren enthalte. Aus den weiten Blutkapillaren der *Tunica interna* gehen zahlreiche kleine Venenstämmchen hervor, welche sich mit den aus der äusseren Follikelhaut und aus der Rinde kommenden Zuflüssen zu einem reichen Geflechte vielfach gewundener, weiterhin durch das Mark verlaufender Venen sammeln (*Bulbe ovarien Rouget*), welche am Hilus des Eierstockes in den groben *Plexus ovaricus* ihren Abfluss finden, der mit der *Vena ovarica* und mit den *Venae uterinae* in Verbindung steht.

Fig. 1210. Schnitte von einem grösseren Follikel aus dem Eierstocke einer Frau mit natürlicher Injektion der Follikelgefässe. *Müller*'s Fl. Hämatox. Eosin. Vergr. 65. *A* Subepitheliales Kapillarnetz der *Tunica interna* in der Flächenansicht (dunkel); *B* senkrechter Durchschnitt der Follikelwand; *c* subepitheliale Kapillaren und Venen; *g* *Stratum granulosum*; *gf* Blutgefässe der *Tunica externa*; *o* *Cumulus oophorus* mit Ei; *v* grössere Venen im Eierstocksstroma.

Die Lymphgefässe nehmen, wie *His* für das Ovarium der Kuh zeigte, in der Rindenzone ihren Ursprung und lassen sich als theils röhrenförmige, netzartig angeordnete, theils mehr spaltenartige Lymphkapillaren, besonders reichlich in der äusseren Faserhaut grösserer Follikel, nachweisen. Die abführenden Lymphgefässe, welche erst ausserhalb des Hilus in klappenführende Stämmchen übergehen, verlaufen mit den Blutgefässen weiter zu den Lenden- und Beckenlymphknoten.

Die Nerven des Ovarium stammen aus dem *Plexus arteriae ovaricae*, vorzüglich aus den sympathischen Ganglien, welche zur Seite der unteren Gekrösearterien und Nierenarterien liegen, dringen als kleine Stämmchen mit feinen markhaltigen und zahlreicheren marklosen Fasern mit den Arterien in das Innere des Organes. Ihre Endigungen sind, trotz wiederholter eingehender Untersuchungen, welche in neuerer Zeit vorgenommen wurden, nur unvollkommen bekannt. Mit Hilfe der Methoden von *Ehrlich* und *Golgi* hat zuerst *Riese* (1891) feine Endgeflechte um die Blutgefässe mit terminalen Fäserchen, welche zu den Wandungen der grösseren Gefässe und der Kapillaren ziehen, gefunden, was alle späteren Beobachter bestätigen konnten. Ferner lassen sich aus den ziemlich dichten Geflechten des Rindenstroma feinste Nervenfäden bis an die Oberfläche des Ovariums nahe an das Keimepithel heran und bis an die Basalmembran der grösseren Follikel verfolgen. Dagegen bleibt es strittig, ob, wie *Riese*, *v. Herff* und *de Vos* behaupten, auch Nerven in das *Stratum granulosum* der Follikel eindringen, was *G. Retzius*, *v. Gawronsky* und *L. Mandl* nicht finden konnten. Ich habe an den zahlreichen Präparaten, welche *Mandl* in meinem Institute herstellte, ebensowenig als *Mandl* selbst, ein Eindringen von Nervenfasern in das Follikelepithel sehen können und wo wir Derartiges zu sehen glaubten, ergab eine sorgfältige Untersuchung stets, dass es sich um Täuschungen durch schiefe Schnitte handelte. Die Hauptmasse der Nervenendigungen im Ovarium betrifft jedenfalls die Blutgefässe, doch ist nicht anzunehmen, dass die Nerven ausschliesslich für die Gefässmuskulatur bestimmt sind. Die zur Oberfläche des Organs ziehenden Fäserchen müssen wohl als sensible betrachtet werden. Grössere Gruppen von Ganglienzellen finden sich im Innern des Ovarium nicht; doch hat in neuerer Zeit *Elisabeth Winterhalter* an *Golgi*-Präparaten in der Marksubstanz ein Ganglion beschrieben, eine Angabe, die jedoch berechtigten Zweifeln begegnet. Sympathische Ganglien, wenn solche wirklich im Ovarium vorkommen, müssten auch mit den gewöhnlichen Färbemethoden an Schnitten gesehen werden können, was bisher noch keinem Untersucher gelungen ist.

Das Rindenstroma des Eierstockes ist trotz seines enormen Reichthums an Zellen ziemlich derb und leistet dem Zerfasern im frischen Zustande fast ebenso viel Widerstand, wie fibröses Gewebe. Das Gewebe ist am ehesten einem embryonalen fibrösen Gewebe, in welchem die leimgebenden Fasern relativ zu den Zellen noch spärlich sind, vergleichbar. Dass die langen platten Zellen zwischen den Fasern keine Muskelzellen sind, hat *Koelliker* schon in der 4. Auflage dieses Handbuches bemerkt und *Henle*, *Pflüger*, *Waldeyer* und v. *Winiwarter* sen. haben sich ihm im Wesentlichen angeschlossen. Gegen die Muskelnatur dieser Zellen spricht auch der Umstand, dass sie nicht doppelbrechend sind, was allerdings an einzelnen Zellen nicht sicher festzustellen ist. Untersucht man aber Züge des Stromagewebes, in welchen die Faserung mit der Längsrichtung der Zellen parallel läuft, so findet man ziemlich merkliche

positive Doppelbrechung. Diese Doppelbrechung rührt aber von den Bindegewebsbündeln zwischen den Zellen her, wie daraus hervorgeht, dass sich die Doppelbrechung durch Phenol und besonders schön durch Salicylaldehyd in eine entgegengesetzte, negative umwandeln lässt, was nicht der Fall sein könnte, wenn es sich um Muskeln handeln würde. Die Doppelbrechung der Muskeln bleibt, wie ich (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 103. Bd. S. 165) nachgewiesen habe, bei Einwirkung von Phenolen unverändert eine positive, wie ursprünglich.

Ueber die interstitiellen Zellen des Eierstockstroma, welche bei der Schilderung der *Tunica interna folliculi* auch als ausserhalb derselben vorkommend erwähnt wurden, vergleiche die Bemerkungen am Schlusse des § 305.

Waldeyer bezeichnet das mit allen seinen wesentlichen Bestandtheilen ausgebildete Eierstocksei als fertig. Das fertige Ei unterscheidet sich durch das noch unveränderte Keimbläschen von dem reifen Ei, das einen Kern besitzt, welcher aus einer ein- oder zweimaligen mitotischen Theilung des Keimbläschens (Reifetheilung) und Ausstossung der anderen Theilungsstücke (Richtungskörperchen) hervorgeht. Vergleicht man Ei- und Samenzellen, so wäre das fertige Ei einem Spermatocyten und erst das reife Ei einer Spermatide, beziehungsweise einer Spermie homolog (siehe § 304).

Der Bau des Säugethiereies ist Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen, welche bis heute noch nicht zu einer Uebereinstimmung der Ansichten geführt haben. Es wurde im Texte nur dasjenige beschrieben, was an dem frisch isolirten Ei gesehen werden kann. Der Bau der *Zona pellucida* ist jedenfalls verwickelter als eine derartige Untersuchung gewöhnlich erkennen lässt. Wie zuerst *Remak* beim Kaninchen bemerkte, *Quincke* und *Koelliker* für die Kuh, *Pflüger* für die Katze bestätigten, zeigt die *Zona* eine radiäre Streifung, über deren Bedeutung erst die neueren Schnittmethoden Aufschluss geben. *Pflüger* gab zuerst an, dass die Streifung von Protoplasmafortsätzen der Epithelzellen herrühre. *Flemming* (1882 in Zellsubstanz etc. S. 37) zeigte und belegte dies durch eine Abbildung, dass die radiäre Streifung weder von Poren noch von Stäbchen herrühre, sondern von fadenförmigen, protoplasmatischen Verbindungsbrücken zwischen den Epithelzellen und der Eizelle, welche die *Zona* durchsetzen. *Paladino* (1887) wies nach, dass sowohl Ei und Eiepithelzellen als letztere untereinander durch Intercellularbrücken zusammenhängen. Später hat *G. Retzius* durch sorgfältige Untersuchungen (in Hygiea Festband, Stockholm 1889), in welchen er die Entwicklung der *Zona* verfolgte, die Verbindungen von Ei und Eiepithel im Bereiche der *Zona* ausser Zweifel gestellt. Trotzdem wollten die Zweifel nicht verstummen, ob die *Zona* überhaupt eine radiäre Struktur besitze. *Janošik* (in Schriften der czechischen Akademie in Prag 1893) erklärte dieselbe für homogen und die Radiärstreifung durch postmortale Vakuolenbildung. Der Zusammenhang des Eidotters durch Brücken mit den Epithelzellen muss auch von allen jenen geleugnet werden, welche mit *Nagel* einen perivitellinen Spaltraum am fertigen Ei annehmen, innerhalb welches sich das Ei drehen kann. Doch ist die Existenz dieses Spaltraumes ebensowenig, als die Drehung des Eies innerhalb der *Zona* erwiesen. Letztere erschliesst *Nagel* aus dem Umstande, dass im fertigen, frisch isolirten Eie das Keimbläschen stets oben liegt. Allein diese Thatsache lässt sich eben so gut durch die Annahme erklären, dass das Keimbläschen im fast flüssigen Dotter den höchsten Punkt einzunehmen sucht in Folge seines im Vergleiche zum Dotter geringeren specifischen Gewichtes, ohne dass sich das Ei als Ganzes dreht. Zu dieser Annahme wird man durch die Erscheinungen gezwungen, welche beim Platzen der *Zona* eines frisch isolirten Eies zu beobachten sind. Der grösste Theil des Dotters mitsammt dem Keimbläschen fliesst aus, nur die offenbar dichtere Dotterrinde bleibt in grösserer oder geringerer Ausdehnung an der Innenfläche der *Zona* regelmässig haften, was nicht zu begreifen wäre, wenn zwischen Dotterrinde und *Zona* ein mit Flüssigkeit erfüllter Spaltraum sich befinden würde. Bei scharfer Einstellung auf den äquatorialen, optischen Querschnitt eines unverletzten Eies sieht man auch direkt die innige Berührung der Innenfläche der *Zona* und der Dotterrinde. Was *Nagel* als Spaltraum abbildet ist eine Lichtlinie, die bei tieferer Einstellung in der innersten Schichte der *Zona*, bei höherer in der äussersten Schichte des Dotters sichtbar wird und anscheinend Dotter und *Zona* trennt, aber eine rein optische Erscheinung ist, die von der Krümmung der *Zona* abhängt und der Lichtlinie gleicht, die man unter ähnlichen Umständen an Knorpelhöhlen wahrnimmt. Diese hat ebenfalls zu Täuschungen

(Verwechslungen mit Knorpelkapseln oder Annahme eines pericellulären Raumes) Anlass gegeben. Die Anwesenheit einer Mikropyle im Säugethiereie, ähnlich wie in der im Vergleiche zur *Zona* der Säugethiere viel festeren Hülle der Eier der Knochenfische, ist öfter behauptet worden. So zuerst von *Keber* (dem Entdecker der Mikropyle), von *Pflüger* u. A., in neuerer Zeit nur von *Holl* (in Anat. Anz. 1891, S. 554 und Sitzber. d. k. Akad. in Wien 102. Bd., 1893 Taf. III, Fig. 23, *a*). Die Abbildung *Holl's* von einem Schnitte durch ein, offenbar degenerirtes Ei vom Menschen zeigt einen schief die stark geschrumpfte *Zona* durchsetzenden schmalen Spalt, der wahrscheinlich zufällig, vielleicht durch eine Wanderzelle, entstanden ist. Wahre Mikropylen durchsetzen, so weit bekannt, stets radiär, nicht schief, die *Zona*.

Ohne auf die Grundfragen der Protoplasmastruktur einzugehen, sei hier nur auf einige wichtige thatsächliche Befunde hingewiesen. *Flemming* (1882) konnte an ganz frischen noch wenig oder kein Deutoplasma enthaltenden Kanincheneiern deutlich eine Struktur in Form von vielfach gewundenen, sich durchschlingenden, wahrscheinlich auch anastomosirenden Fäden erkennen, welche um das Keimbläschen, sowie an der Dotterrinde sich dichter gruppiren und mit Körnchen besetzt sind. Die körnigen Fäden liegen in einer homogen erscheinenden Grundmasse. Diese Struktur lässt sich auch an entsprechend fixirten Eiern, an gefärbten Schnitten nachweisen und *Flemming* demonstrirte ein derartiges Präparat bei der Versammlung der anatomischen Gesellschaft in Tübingen (1899, Verhandl. S. 11), welches die Fadenstruktur klar zeigte, die mit Rücksicht auf das am lebenden Ei Sichtbare wohl nicht als Kunstprodukt erklärt werden kann. Auch netzartige Verbindungen der körnigen Fäden sind an dem Schnittpräparate deutlich. In Eiern, welche in der Ausbildung vorgeschritten sind, treten in der anfänglich gleichartig erscheinenden Zwischensubstanz zwischen den Fäden Dotterkörner auf, welche an Zahl und Umfang immer mehr zunehmen und die ursprüngliche Struktur mehr und mehr verdecken. Ob die Dotterkörner in der Interfilarmasse entstehen oder aus Körnchen, die aus den Fäden austreten, liess *Flemming*, nach Untersuchung frischer Präparate, dahingestellt. An den Schnitten fixirter Präparate kam er aber zur Ueberzeugung, dass die Dotterkörnchen in den Fäden entstehen und erst später in die Interfilarsubstanz übertreten und dort sich vergrössern (Festschrift für *C. v. Kupffer*, 1899, S. 321). Trotz der Richtigkeit der thatsächlichen Angaben des berühmten Forschers, kann man doch daran zweifeln, ob die im lebenden Ei sichtbare Fadenstruktur von prinzipieller Bedeutung ist, oder ob die aus aneinandergereihten Körnchen bestehenden Fäden nicht nebensächlichen Umständen ihr Dasein verdanken. Eine besondere Fadensubstanz, welche die Körnchen in sich enthält, wie das Linin die Chromatinkörner eines Kernfadens, scheint mir nicht mit Sicherheit nachgewiesen und man könnte sich auch vorstellen, dass die Körnchen sich durch gegenseitige Anziehung in Fäden ordnen, analog wie rothe Blutkörperchen bei der sogenannten Geldrollenbildung. Dann wären nicht die Fäden, sondern feinste Körnchen das Primäre und das Hinausrücken grösserer Körner aus den Reihen würde sich als Folge ihrer Volumszunahme erklären. Eine richtige Erkenntniss der Eistruktur als Typus des nicht differenzirten Protoplasma wäre von prinzipieller Bedeutung. Nach den neuesten Untersuchungen *E. Wilson's* (in Journ. of Morphol. Vol. 25, Suppl. 1899) — vorzüglich an Echinodermeneiern — müsste man sich vorstellen, dass die scheinbare Netzstruktur bedingt ist durch grössere nicht färbbare Dottertropfen, die in einer zusammenhängenden, an sich optisch homogenen Grundmasse liegen, welche letztere zahlreiche feine Körnchen (Mikrosomen) enthält. Diese durch sorgfältige Untersuchungen begründete Vorstellung nimmt eine Mittelstellung zwischen dem von *Flemming* angenommenen filaren und dem von *Bütschli* vertheidigten wabigen Bau des Protoplasma ein und scheint mir auch für die bei Säugethiereiern zu beobachtenden Strukturverhältnisse zulässig. Im fertigen Ei ist das Deutoplasma sehr reich an Flüssigkeit und an frisch isolirten Eiern findet man demgemäss auch häufig Vakuolenbildung und tanzende Bewegung der kleinen Körnchen (Molekularbewegung). Die grösseren Dotterkörner zeigen Differenzen im Lichtbrechungsvermögen und bestehen, soweit sie stark lichtbrechend sind, aus fettartigen, die schwach lichtbrechenden aber aus vorzüglich eiweissartigen Verbindungen. Sie sind als Reservestoffe für die Embryonalentwicklung zu betrachten und erreichen im Vergleiche zu den Eiern der Sauropsiden mit ihren massenhaften, grossen Dotterkugeln und den Eiern der Fische und Amphibien, in welchen Reservestoffe in Form von meist rechteckigen, an Krystalle

erinnernden Körpern vorkommen (Dotterplättchen), bei den Säugethieren und speziell beim Menschen eine nur geringe Entwicklung.

In den Eiern des Rehes fand ich an Schnitten deutliche Krystalle, welche dem regulären Systeme angehörten, einen Durchmesser von 10—16 μ erreichten und meist einzeln oder zu zweien, höchstens zu sechs, im Dotter sich fanden. Die Eierstöcke waren in Formalin von Dr. *Merk* frisch fixirt und einer von demselben in eine komplette Serie zerlegt und stammten von im November geschossenen Thieren. Die Krystalle färbten sich in Eosin lebhaft roth und waren an nur mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten farblos und da Celloidinbettung vorausgegangen, in Alkohol und Aether, wie in Wasser unlöslich nach der Vorbehandlung in Formalin. Aus frischen Eierstöcken, welche mir Dr. *Merk* im Dezember schickte, konnten ebenfalls mit Leichtigkeit Eier mit denselben Krystallen gewonnen und festgestellt werden, dass dieselben aus Eiweiss und zwar wahrscheinlich aus einem Globulin bestehen. Krystallinische Bildungen im Innern von Säugethiereiern sind ausser von *Wagener* beim Hunde und von *Holl* bei der Maus bisher, so viel ich weiss, nicht beobachtet worden. Doch handelte es sich in den von den genannten Autoren angeführten Befunden um degenerirte Eier, in welchen das Keimbläschen fehlte und *Wagener* bemerkt, dass die Krystalle Calciumcarbonat enthielten.

Die der Innenfläche der *Zona pellucida* anliegende Dotterrinde ist dichter, wasserärmer als das Innere und verhält sich wie das Ektoplasma einer nackten Zelle. Eine eigentliche Dotterhaut existirt am fertigen Ei nicht, doch scheint mir, nach Beobachtungen an Eiern von Katzen, deren eigentliche Zonensubstanz durch Osmium-Essigsäuregemische (*Flemming, Hermann*) völlig gelöst schien, während die Protoplasmafortsätze der Eiepithelzellen ungemein klar hervortreten, dass die Fortsätze der Eiepithelzellen an der Dotteroberfläche ein dichtes Netz von Fäden herstellen, welche mit dem Dotter in innigster Berührung sind, stellenweise aber an solchen Präparaten wie ein zusammenhängendes Häutchen sich vom Dotter abheben (Fig. 1211). Aehnliches stellt auch *G. Retzius* vom Kaninchen dar.



Fig. 1211.

An dem Keimflecke kann man nicht selten Vakuolen, welche zuerst von *Schrön* als Körner beschrieben wurden, bemerken. *Nagel* beobachtete an frischen in *Liquor folliculi* untersuchten Eiern vom Menschen amöboide Bewegungen des Keimfleckes, wie solche zuerst von *v. la Valette St. George* an Eiern von Libellenlarven, (1866) von anderen bei verschiedenen Wirbellosen, von *Th. Eimer* an den mehrfachen Nucleolen der Eier von Knochenfischen gesehen wurden. Dagegen versichert *Flemming*,

Fig. 1211. Schnitt vom Ovarium einer ausgewachsenen Katze. *Flemming*'s Gem. Eisenhämatoxylin. Vergr. 600. Theil eines Eies mit Eiepithel. Die homogene Zonensubstanz erscheint aufgelöst und dadurch die Intercellularbrücken zwischen Ei *o* und Eiepithel *e* scharf hervortretend. In der Gegend, wo das geschrumpfte Keimbläschen *K* liegt, hat sich die Zona von dem Dotter *d* so losgelöst, dass an der Innenseite der Intercellularbrücken des Eiepithels ein zusammenhängendes Häutchen *h* erscheint, das einer Dotterhaut gleicht.

welcher nach *Nagel* (in „Die weibl. Geschlechtsorg." S. 59) amöboide Bewegungen am Keimflecke der Najadeneier gesehen haben soll, ausdrücklich (Zellsubstanz S. 157), dass es ihm trotz vielfacher Bemühungen nie gelungen ist, Formveränderungen an lebenden Nucleolen zu sehen. Ausser dem — bei fertigen Säugethiereiern in der Regel einfachen — Keimflecke enthält das Keimbläschen ein sehr spärliches, chromatinhaltiges Kerngerüst, das jedoch am frischen Ei nicht sichtbar ist und nur an fixirten Eiern deutlich hervortritt.

An jungen Eierstockseiern findet sich in unmittelbarer Nähe des Kernes, eingeschlossen in eine dichtere Zone des Dotters, welche den Kern umgiebt, ein runder Körper, der zuerst von *Balbiani* an den Eiern von Spinnen als Dotterkern bezeichnet wurde. *O. van der Stricht* (in Verhandl. d. anat. Gesellsch. 12. Vers. 1898 S. 128) hat den Dotterkern an fixirten Präparaten von menschlichen Eierstöcken genau beschrieben und denselben als wahrscheinlich einer Attraktionssphäre homolog erklärt, obwohl das Verhalten des Dotterkerns bei der Zelltheilung nicht bekannt ist. *M. Gurwitsch* und *H. v. Winiwarter* stimmen dieser Auffassung bei. Im fertigen Ei lässt sich der Dotterkern nicht mehr sicher erkennen; er verschwindet nach *Henneguy* bei Wirbelthieren allgemein sehr früh, wenn das Ei noch wenig entwickelt ist. — *Holmgren* beschreibt (in Anat. Anz. 18. Bd. S. 63) an Eiern von jungen Säugethieren im Dotterkerne kanälchenartige Bildungen, welche er den von *Golgi* und von *Holmgren* selbst gefundenen netzartigen Apparaten in den Nervenzellen vergleicht.

Im Vergleiche mit den Eiern der übrigen Wirbelthiere sind jene der Säugethiere im Allgemeinen ungemein klein. Es hängt dies mit dem Umstande zusammen, dass die Eier der Säugethiere frühzeitig bei der Entwicklung eine innige Verbindung mit der Gebärmutterschleimhaut gewinnen, welche eine ausgiebige Zufuhr von Nährstoffen aus dem mütterlichen Organismus ermöglicht, während bei den Eier legenden Thieren das Ei den gesammten Vorrath an Nährstoffen enthalten muss, welcher zur Entwicklung des Embryo bis zu dem Zeitpunkte benöthigt wird, wo derselbe zur selbständigen Nahrungsaufnahme befähigt ist. Von den Säugethieren haben nur die Monotremen relativ grosse und dotterreiche Eier, die auch in der Entwicklung bemerkenswerthe Verschiedenheiten von jenen der übrigen Säugethiere zeigen und mehr mit jenen der Sauropsiden übereinstimmen. Die Eier von Echidna entwickeln sich in einer Hauttasche und können, da sie während der Wanderung durch die Tuben mit einer hornigen Schale sich umgeben, nicht durch den Blutkreislauf der Mutter ernährt werden.

Die Eierstockseier der Vögel entsprechen dem als Dotter bezeichneten Theile des gelegten Eies und sind in den Eierstocksfollikeln, welche sie vollständig ausfüllen, direkt von dem hier stets einschichtigen Follikelepithel umhüllt. Ein von Liquor erfüllter Follikelhohlraum ist überhaupt ein ausschliesslicher Charakter der Säugethiereierstöcke. Die der Reife nahen Eifollikel der Vögel ragen an der Eierstocksoberfläche weit hervor und ertheilen dem Eierstocke ein traubiges Aussehen. Das fertige Eierstocksei des Vogels besteht aus einem ziemlich verwickelt gebauten Dotter und einer sehr dünnen denselben umhüllenden Membran, welche gewöhnlich als Dotterhaut bezeichnet wird, da sie von vielen Autoren als Produkt des Eies angesehen wird, obwohl sie wahrscheinlich der *Zona pellucida* des Säugethiereies homolog und wie diese wesentlich eine Abscheidung der Follikelepithelzellen ist. Der Dotter besitzt an einer ganz oberflächlich gelegenen Stelle einen für das freie Auge sichtbaren rundlichen, weisslichen Fleck, der beim Huhne einen Durchmesser von 2,5—3,5 mm hat, die sogenannte Keimscheibe (*Discus proligerus*), der spätere Hahnentritt, Narbe (*Cicatricula*) des gelegten Eies. Die Keimscheibe besteht aus feinkörnigem Dotter und enthält das grosse Keimbläschen, das, wie bei allen Sauropsiden und Ichthyopsiden, zahlreiche Keimflecken enthält. Der feinkörnige Dotter reicht nach der Tiefe beim Huhne etwa 0,3—0,4 mm und geht ohne scharfe Grenze in den sogenannten weissen Dotter über, der wie ein Zapfen bis über die Mitte der Eikugel in den die Hauptmasse des Eies bildenden, gelben Dotter hineinragt und mit einer rundlichen Anschwellung endet (*Latebra*, *Purkinje*). An der Peripherie geht der feinkörnige Dotter der Keimscheibe ebenfalls ohne scharfe Grenze in eine dünne Schicht weissen Dotters über, welche den gelben Dotter an der ganzen Eikugel bedeckt. Auch weiter nach einwärts finden sich undeutliche konzentrische Schichten mehr weisslichen Dotters innerhalb des gelben. Der gelbe Dotter

besteht aus Kugeln von 25—100 μ Durchmesser, welche dicht gedrängt aneinander liegen und nur wenig, einer von ihnen verschiedenen, fast flüssigen, anscheinend homogenen Substanz zwischen sich haben. Die völlig ausgebildeten Formen der gelben Dotterkugeln enthalten eine Unzahl kleiner, glänzender Körnchen, welche der Träger des gelben Farbstoffes sind, der vielleicht auch diffus zwischen den Körnchen sich findet. Die gelben Dotterkugeln werden leicht durch Wasser und Reagentien zerstört, gerinnen aber beim Kochen und zeigen dann durch gegenseitige Abplattung polyedrische Formen. Der weisse Dotter besteht in der Hauptsache ebenfalls aus Kugeln, welche aber nur einen Durchmesser von 4—75 μ haben und in den kleineren Formen stark glänzende, aber farblose, einfache 4—5 μ grosse, homogene, kugelige oder stumpfeckige Inhaltskörper einschliessen und dadurch eine oberflächliche Aehnlichkeit mit kernhaltigen Bläschen (Zellen) darbieten. Mit zunehmender Grösse werden die glänzenden Inhaltskörper mehrfach, dann zahlreich und immer kleiner und zeigen endlich deutliche Uebergänge zu gelben Dotterkugeln, welche unzweifelhaft aus weissen Dotterkugeln hervorgehen. Letztere treten während der Entwicklung anfänglich allein auf. Gelber und weisser Dotter sind dementsprechend auch im fertigen Ei nicht scharf gegen einander abgegrenzt, sondern gehen unmerklich ineinander über. Den feinkörnigen Dotter der Keimscheibe hat man als Bildungsdotter, Hauptdotter oder Archilecith dem gelben und weissen Dotter als Nahrungsdotter, Nebendotter oder Paralecith gegenüber gestellt, da ersterer mehr den Charakter des ursprünglichen Eiprotoplasma zeigt und bei der Entwicklung die Anlage des Embryo aus sich hervorgehen lässt, während der Nebendotter eine passive Rolle spielt und wesentlich nur als Ernährungsmaterial in Betracht kommt. Wie die Eier der Vögel verhalten sich in der Hauptsache auch jene der Reptilien, doch finden sich zum Theile Verhältnisse bezüglich des Dotterbaues, welche an jene der Amphibien erinnern.

Die Eier der Amphibien und Fische zeigen keinen Gegensatz von gelbem und weissem Dotter und keine eigentlichen Dotterkugeln. Dagegen finden sich bei Amphibien neben feineren und gröberen Dotterkörnchen und oft auch braunschwarzem Pigment in den oberflächlichen Dotterschichten vorzüglich im Innern des Eies zahlreiche, rechteckige, oft fast quadratische Plättchen mit abgerundeten Ecken und etwas gewölbten Flächen, welche in ähnlicher Weise auch bei Selachiern vorkommen und von *Valenciennes* und *Fremy* als Ichthin (ein in Wasser unlöslicher Eiweisskörper) bezeichnet wurden. Nach den Beobachtungen von *J. Rückert* bilden sich die Dotterplättchen der Selachier in besonderen ästigen, homogenen Plasmakörpern. Nach *His* (1900) sind die Dotterplättchen von einer doppelten Hülle umgeben. Aehnliche Plättchen finden sich auch bei manchen Knochenfischen mit etwas abweichendem Verhalten (Ichthidin beim Karpfen). Vom morphologischen Standpunkte sind diese Dotterplättchen deswegen von Interesse, weil sie, wie zuerst *L. Radlkofer* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 9. Bd. S. 528) behauptete, krystallartige Bildungen sind. Zwar haben hervorragende Krystallographen, wie *Senarmont* und neuerdings wieder *Groth* (in *J. Rückert*, Die erste Entwickl. des Eies der Elasmobranchier, in Festschrift f. *v. Kupffer*, 1899, S. 586) dies bestritten, weil die Dotterplättchen nicht doppelbrechend seien, was sie doch sein müssten, da sie, ihrer Form nach, nicht dem regulären Systeme angehören können. Es ist nun wohl richtig, dass die Dotterplättchen an fertigen Eiern in der Regel keine deutliche Doppelbrechung erkennen lassen. Untersucht man aber die Dotterplättchen an reifen oder schon in der Entwicklung befindlichen Frosch- und Tritoneiern, so sind sie in NaCl 0.75 Proz. löslich und man kann bei Kochsalzzusatz eine deutliche Blätterspaltung senkrecht zur Fläche und parallel zu einer Seite des Plättchens, wie schon *Remak* wusste, beobachten. Man kann dann häufig sehen, dass die Plättchen senkrecht zu der Richtung, in welcher sie sich spalten, plötzlich, wie mit einem Ruck, sich mehr als um das Doppelte verlängern, worauf die Blätter auseinander fallen und sich auflösen. Sobald die Blätterspaltung sichtbar wird, zeigt sich auch eine deutliche Doppelbrechung und zwar eine negative in Bezug auf die Richtung senkrecht zu den Blättern. Das Vorkommen von Reservestoffen in Form von Krystallen (Krystalloiden) ist im Pflanzenreiche eine wohl bekannte Erscheinung, es kann daher nicht in Verwunderung setzen, dass bei thierischen Eiern Aehnliches sich findet. Ueber die verschiedenartigen geformten Einschlüsse im Dotter der meroblastischen Wirbelthiereier vergleiche man insbesondere *His* (in Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss. 26. Bd.

1900, S. 173), welcher die Dotterkugeln und die Dotterplättchen einschliessenden Plasmakörper mit dem Namen „Dottercytoide" bezeichnet. — Die oben vom Reheie erwähnten, dem regulären Systeme angehörigen Krystalle wird Niemand als solche verkennen. — Bei vielen Knochenfischen finden sich sogenannte Oelkugeln im Dotter, häufig gefärbte, homogene, stark lichtbrechende, ziemlich grosse Inhaltskörper, die jedoch keineswegs nur aus Fett sondern auch aus eiweissartigen Verbindungen bestehen. Von den bereits im Eierstocke entstehenden Eihüllen beanspruchen jene der Knochenfische ein besonderes Interesse, da sie manche Analogien mit der Zona der Säugethiereier darbieten. Nach *Koelliker* (in Würzburg. Verh. 8. Bd. S. 37 und Erinnerungen S. 367) besitzen die Knochenfische zwei kapsuläre Eihüllen, die Dotterhaut (von anderen Autoren als *Zona radiata* bezeichnet) und eine Gallerthülle. Die 10—20 μ dicke *Zona radiata* besitzt Porenkanälchen und eine äussere, resistente, dünne Schicht, die bei manchen Fischen besondere Anhänge in Gestalt 7—9 μ langer Zöttchen trägt. Dass die *Zona radiata* eine wahre Dotterhaut ist, welche vom Ei abgeschieden wird, hält *Koelliker* durch die von ihm gemachte Beobachtung erwiesen, dass an jungen Eiern erst die Zöttchenlage und dann erst die *Zona radiata* sich entwickelt, während man, falls die *Zona radiata* aus dem Follikelepithel hervorginge, wie *Thomson* und *Waldeyer* glauben, das Umgekehrte erwarten sollte. *Eigenmann* (in Bull. of the Museum of Comparative Zool. at Harvard College Vol. 19, Cambridge 1890), auf dessen eingehende selbständige Arbeit namentlich auch bezüglich der Litteratur des Gegenstandes verwiesen sei, theilt *Koelliker*'s Ansicht über die Abstammung der *Zona radiata* vom Dotter, indem er die angeführte Thatsache bestätigt, obwohl *Ransom* die Beweiskraft dieser Thatsache durch den Hinweis zu erschüttern suchte, dass die Zona mit dem Ei durch Intussusception wachse und daher das Ernährungsmaterial auch vom Follikelepithel erhalten könne. Eine deutliche Gallerthülle, welche wie *Koelliker* nachwies und *Eigenmann* bestätigt, von Fortsätzen der Granulosazellen durchsetzt ist, die *Joh. Müller* als Röhrchen beschrieb, findet sich nur bei einigen Fischen, insbesondere beim Barsche.

§ 303.

Entwickelung des Eierstockes, der Eisäckchen und der Eier im Allgemeinen.

Wie der Hode entwickelt sich auch der Eierstock aus der ursprünglich für beide Geschlechter gleichen Anlage der Keimleiste, welche beiderseits längs der Urniere, zwischen dieser und dem Darmgekröse in die Bauchhöhle sich vorwölbt und von verdicktem Cölomepithel bedeckt wird. Dieses verdickte Cölomepithel stellt die Anlage des Keimepithels dar, das reichlich sich vermehrend das unterliegende Mesodermgewebe umwächst, aber auch so in dasselbe einwuchert, dass eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht hervortritt. Schon frühzeitig findet man im Keimepithel einzelne grössere Zellen, ebenso unter den in die Tiefe wuchernden Elementen. Sie wurden als Geschlechtszellen bezeichnet. Da jedoch, wie *v. Mihálkovics* und *Janošik* nachwiesen, diese zuerst auftretenden grossen Zellen weder zu Eiern noch zu Samenzellen werden und grosse Zellen von derselben Beschaffenheit auch sonst im Cölomepithel z. B. an der Gekröswurzel, vorkommen (*Janošik*, *C. K. Hoffmann*, *Sedgwik Minot*, *Nagel*, *Coert*), ist dieser Name nur mit Vorbehalt zu gebrauchen. Dass das Keimepithel bei seinem ersten Auftreten von anderen verdickten Stellen des Cölomepithels nicht wesentlich verschieden ist und wie dieses in gewöhnliches Peritonealepithel sich umwandeln kann, betonte zuerst *Koelliker* (in Entwickelungsgesch. II. Aufl. S. 958). Erst bei etwa sechswöchentlichen menschlichen Embryonen wird der Unterschied von Hoden und Eierstock eben merkbar. An

der Hodenanlage beginnen schon von dieser Zeit an in der Tiefe netzartig angeordnete Zellenstränge (Sexualstränge *v. Mihálkovics*), welche die Anlage der Samenkanälchen darstellen, vom angrenzenden, embryonalen Bindegewebe sich zu sondern und unter dem Keimepithel tritt eine zusammenhängende Gewebeschicht als Anlage der Albuginea auf, welche schon bei acht Wochen alten Embryonen eine Trennung des Keimepithels von den in der Tiefe liegenden Sexualsträngen bewirkt. Beim Eierstocke dagegen, welcher zeitlebens einer zusammenhängenden, den ganzen Eierstock überziehenden Albuginea entbehrt, folgt

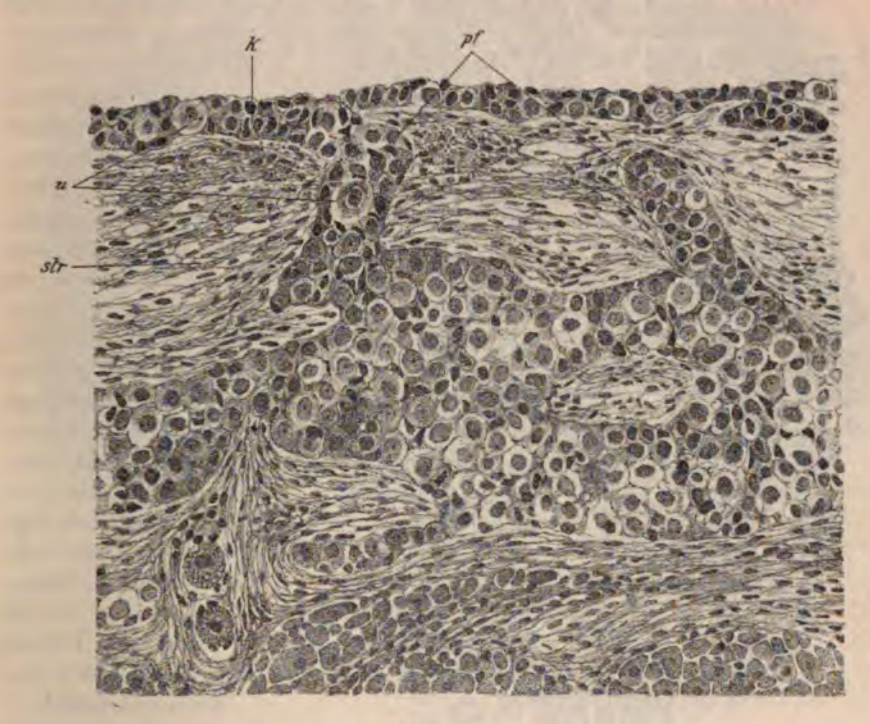


Fig. 1212.

der ursprünglichen Einwucherung der Sexualstränge eine zweite (*v. Mihálkovics Janošik, Schulin, Coert, v. Winiwarter*). Die Sexualstränge, welche in der männlichen Keimdrüse zu Samenkanälchen werden, rücken in der Ovariumanlage in die Tiefe und wandeln sich, wie die sorgfältigen Untersuchungen der genannten Autoren ergaben, in Markstränge um, welche durch das epithelartige Ansehen ihrer Zellen von dem umgebenden embryonalen Bindegewebe sich unterscheiden. Da die Markstränge zu einer Zeit in die Tiefe gelangen, wo die Geschlechtsdrüsenanlage, namentlich an ihrem proximalen Ende, wo sich

Fig. 1212. Von einem Schnitte durch den Eierstock eines Pferdeembryo. Vergr. 220. *K* Keimepithel; *pf Pflüger*'sche Eischläuche; *str* bindegewebiges Stroma; *u* Ureier. Links unten zwei Primärfollikel, rechts unten Mark mit interstitiellen Zellen (Kornzellen). Aus *Koelliker*'s Erinnerungen etc. S. 308.

nach *Coert* die Anlage für das *Rete testis* und das *Rete ovarii* bildet, der Urniere dicht anliegt, kommen die Markstränge, beziehungsweise Retestränge, in die nächste Nähe der Urniere zu liegen und es ist daher begreiflich, dass sich nur durch sehr umständliche, alle Stadien umfassende Untersuchungen die Unabhängigkeit der Anlage von der Urniere erkennen lässt und auch dann noch eine sichere Entscheidung schwer zu treffen ist. *Waldeyer*, *Romiti*, *Koelliker* und *Balfour* leiteten in der That die Markstränge von dem Sexualtheil der Urniere, dem späteren *Epoophoron* ab. Dem kurz dauernden, zuerst von *Bornhaupt* beim Hühnchen bemerkten Stadium der Einwucherung der Sexualstränge, mit welchem die wesentliche Bildungsthätigkeit des Keimepithels beim Hoden abschliesst, folgt nun beim Eierstocke eine zweite, viel länger — bis nach der Geburt — dauernde Periode des Einwachsens von Keimepithelzellen, welche erst mit der wirklichen Ei- und Follikelbildung in Beziehung steht. Nun wuchern aus dem jetzt deutlicher als besondere Lage erkennbaren Keimepithel Zellenmassen gegen das Bindegewebe; in dem Maasse aber, als die Zellen tiefer vorwachsen, kann man meist radiär gerichtete Stränge (Eischläuche, *Pflüger*) oder Haufen (Eiballen) von den zarten Spindelzellen des Zwischengewebes, in welches reichlich Gefässe einwachsen, sich sondern sehen. Die Stränge und Haufen zeigen durch zahlreiche Verbindungen eine netzartige Anordnung. Die Stränge

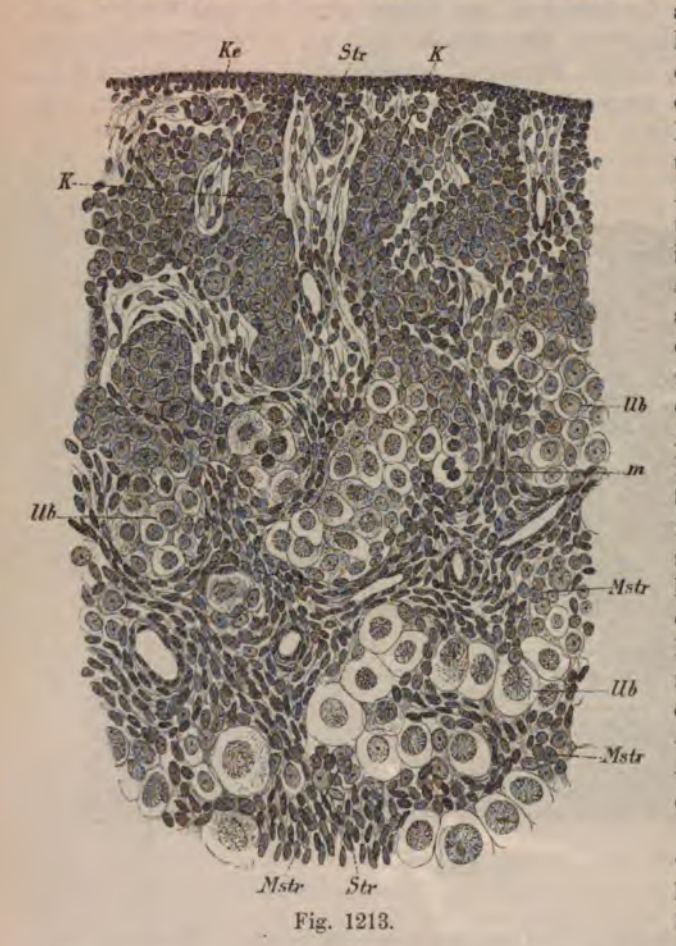


Fig. 1213.

Fig. 1213. Senkrechter Schnitt durch die oberflächlichen Lagen des Eierstockes einer neugeborenen Katze bei Syst. V, Okul. III. Kurzer Tubus eines *Leitz*. *K* Keimstränge oder *Pflüger*'sche Schläuche; *Ke* Keimepithel; *Mstr* Markstränge, Enden von solchen; *Str Stroma ovarii*; *Ub* Ureierballen, zum Theil mit Kernen im Knäuelstadium; *m* Mitosen. Aus *Koelliker*'s Erinnerungen S. 300.

sind am schmalsten an ihren Verbindungsstellen mit dem Keimepithel und werden nach der Tiefe bedeutend breiter (Fig. 1213). Ureier zeigen sich in diesem Stadium im Keimepithel selten und das Heranwachsen der Zellen zu deutlich als solchen erkennbaren Eiern erfolgt im Allgemeinen so, dass gegen das Keimepithel die jüngsten, nach der Tiefe die am weitesten ausgebildeten Eizellen zu finden sind (Fig. 1213 und 1214). Doch herrscht hierin wenig Regelmässigkeit und nicht selten findet man relativ lange Schläuche, welche weit



Fig. 1214.

hinab mit noch kleinen Zellen erfüllt sind, während anderseits Eiballen mit grossen Zellen in der Nähe des Keimepithels liegen können. Bei älteren Embryonen findet man neben Eischläuchen und Eiballen bereits von einer einfachen Epithelschicht umgebene, einzelne Eier (Primärfollikel) und in der Tiefe auch schon grössere Follikel mit mehrschichtigem Epithel und Theca. Sehr bemerkenswerth ist, dass bei älteren Embryonen auch Primäreier im Keimepithel

Fig. 1214. Senkrechter Schnitt durch den Eierstock der neugeborenen Katze. Gez. bei Ok. I, Obj. 3 (*Leitz*). Im Mesovarium eine Gruppe von Schläuchen, das Epoophoron, ein Rest des *Wolff*'schen Körpers. In der Marksubstanz des Ovariums selbst bedeuten die dunklen Stellen, die an der Grenze gegen die Rindensubstanz am entwickeltsten sind, die Markstränge. In der Rinde zahlreiche, von dem Keimepithel ausgehende *Pflüger*'sche Schläuche, die zu Ureierballen sich verbreitern und als solche vielfach anastomosiren. *Stroma ovarii* zwischen den Keimsträngen, Eierballen und Marksträngen hell mit zahlreichen Blutgefässen. Aus *Koelliker*'s Erinnerungen S. 301.

gefunden werden. Dasselbe ist noch bei Mädchen aus den ersten Lebensmonaten der Fall; jedoch sind hier Eier im Keimepithel vorzüglich in der Nähe des Hilus zu finden. Bei älteren Embryonen und bei Neugeborenen kommen auch zahlreiche grubige oder spaltartige, oft auch röhrenartige Vertiefungen an der Eierstocksoberfläche vor, welche von Keimepithel ausgekleidet sind. Alle diese mit deutlichen Lichtungen versehenen Vertiefungen haben jedoch mit der Eibildung nichts zu thun und dürfen nicht mit den *Pflüger*'schen Eischläuchen verwechselt werden.

Was nun die histologische Entwicklung der Follikel anlangt, so ist zunächst durch alle neueren Untersuchungen zweifellos festgestellt, dass die Eier aus dem in die Tiefe wuchernden Keimepithel hervorgehen. Dagegen ist die Herkunft des Follikelepithels nur schwierig festzustellen und wenn auch die Mehrzahl der Forscher das Follikelepithel mit *Waldeyer* aus derselben Quelle wie die Eier selbst, nämlich aus dem Keimepithel sich entwickeln lässt, so glauben doch *Koelliker*, *Rouget* und *Bühler* die Bildung des Follikelepithels theilweise von den Marksträngen — und zwar bei gewissen Thieren (Hund, Katze, Fuchs) ausschliesslich — ableiten zu müssen. Bei der neugeborenen Katze findet man das Keimepithel aus hohen Cylinderzellen zusammengesetzt, deren sich stark färbende Kerne ein dichtes Kerngerüst erkennen lassen. Wo Eischläuche von dem Keimepithel ausgehen, setzen sich zunächst Zellen von demselben Charakter, wie jene des Keimepithels, in die Schläuche fort, welche jedoch nach der Tiefe bald an Umfang zunehmen und mehr rundliche Kerne von 10—11 μ Durchmesser, mit einem stark färbbaren Kernkörperchen zeigen. Zwischen diesen grösseren Zellen, namentlich gegen die Oberfläche der Schläuche, finden sich aber noch zahlreiche Zellen von dem ursprünglichen Charakter. Noch weiter nach der Tiefe zeigen die Zellen da und dort Mitosen und endlich wachsen die grösseren Zellen zu Protoplasmakörpern von 30—50 μ Durchmesser heran, während gleichzeitig in den Kernen ein Netz von Chromatinfäden deutlich hervortritt. Diese grossen Zellen, als wachsende Eizellen unverkennbar, liegen nun häufig, eine dicht an der anderen, ohne eine Spur von anderen Zellen dazwischen, in Strängen (Eischläuche) und Haufen (Eiballen) beisammen (Fig. 1213). Nur an der Oberfläche der Eischläuche und Eiballen sieht man bei sorgfältiger Beobachtung da und dort kleine Zellen zwischen die Eizellen wie kurze Keile eingedrängt. Da die Eischläuche gegen das umgebende zellenreiche Stroma nicht durch eine deutliche *Membrana propria* abgegrenzt sind und die Kerne der Stromazellen von jenen der kleinen Zellen der Schläuche in der Nähe des Keimepithels nicht scharf unterschieden sind, ist es schwer, zu sagen, ob die keilförmigen Zellen an der Oberfläche der Eiballen vom Keimepithel oder von Stromazellen abzuleiten sind. An der Grenze gegen die Marksubstanz finden sich nun noch die schon besprochenen Markstränge, welche da und dort in Berührung und zum Theile in unzweifelhafter Verbindung mit Eischläuchen stehen. Im Laufe der weiteren Entwickelung werden nun die Eiballen und -Stränge zunächst in der Tiefe dadurch in Primärfollikel umgewandelt, dass zwischen die einzelnen Eizellen Stromagewebe einwächst und dieselben nun so von einander sondert, dass jedes Ei für sich in einem kleinen Hohlraume des Stroma liegt, der auf seiner Innenseite von einer einfachen Lage platter Zellen, dem primären Follikelepithel (Fig. 1215, *A*) ausgekleidet

ist, welches seinerseits das Ei ohne Zwischenraum umfasst. Das Epithel des Primärfollikels ist häufig so flach, dass dasselbe an Schnitten von den angrenzenden Stromazellen kaum zu unterscheiden ist und es ist daher begreiflich, dass einzelne Autoren, wie zuerst *Schrön* und in neuerer Zeit wieder *Holl* die Primärfollikel als Hohlräume des Stromas, welche die Eier direkt umschliessen, erklären konnten. Eine sorgfältige Untersuchung ergiebt jedoch, dass Primärfollikel ohne Epithel — von sekundären Degenerationen abgesehen — nicht vorkommen und dass daher auch die Annahme von *Harz*, nach welcher das Ei selbst das Follikelepithel bilden soll, unnothwendig ist. Während die Annahme, das Follikelepithel entstehe sekundär aus dem Stroma, mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, ist das Verhältniss desselben zu den Marksträngen nicht leicht festzustellen. Da eine Verbindung von Marksträngen und Eischläuchen bei Hund und Katze und, wie *Bühler* fand, auch beim Fuchse sicher nach-

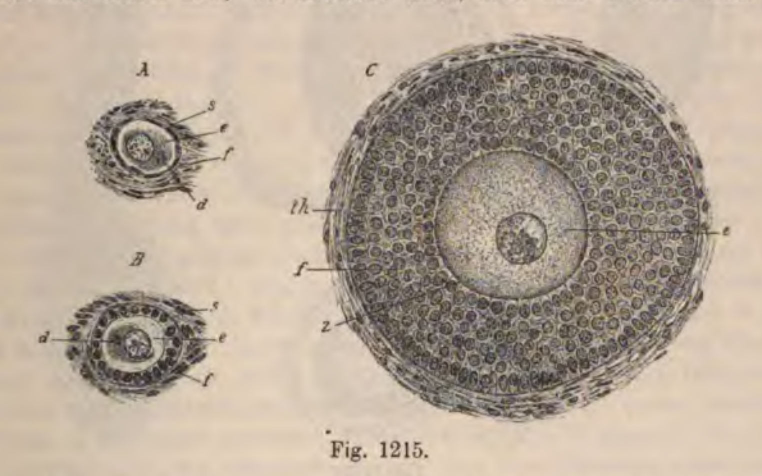


Fig. 1215.

zuweisen ist, scheint die Annahme, dass die Markstränge das Follikelepithel liefern, gut begründet. Allein bei niederen Wirbelthieren stammt das Follikelepithel sicher direkt vom Keimepithel, und auch bei den Säugethieren ist ein Zusammenhang von Marksträngen mit Eisträngen kein zweifelloser Beweis, dass die Zellen der Markstränge die Eier umwachsen, da ja nach den oben angeführten Autoren die Markstränge vom Keimepithel abstammen und daher ursprünglich mit den Eisträngen in Verbindung stehen. Es ist ferner zu bedenken, dass — wie *Coert* findet — direkt in den Marksträngen Ureier sich bilden können, ferner dass, wie *Koelliker* (in der 5. Aufl. d. Hdb.) beschreibt und abbildet, auch von bereits fertigen Follikeln mit das Ei rings umgebender Granulosa schlauchartige Fortsätze ausgehen, welche allerdings auch aus Ureiern, die primär in Marksträngen auftreten, hervorgegangen sein könnten. Doch lassen solche Bilder (vergl. Fig. 1216) auch noch eine ganz andere Deutung zu. Wie

Fig. 1215. Von einem Schnitte durch den Eierstock eines geschlechtsreifen, 14jährigen Mädchens. *Zenker*'s Fl. Hämatox. Eosin. Vergr. 200. *A* Primärfollikel; *B* Follikel mit einfachem kubischem, *C* mit geschichtetem Epithel und Theca; *d* Dotterkern; *e* Ei mit Keimbläschen; *f* Follikelepithel; *th* Theca; *s* Rindenstroma; *z* *Zona pellucida* der dichteren Dotterrinde innig anliegend.

Schottländer zuerst bemerkte und *H. Rabl* neuerdings betonte, kommen Follikel mit seitlichen Ausbuchtungen auch durch konzentrisches Wachsthum der Theca im Beginne der Atresie der Follikel (siehe § 305) vor. Beim menschlichen Embryo und bei neugeborenen Mädchen sehe ich überall zwischen den Eizellen auch Epithelzellen an solchen Stellen, welche nachweislich nicht direkt mit Marksträngen in Berührung stehen und es liegt daher kein Grund vor, Epithelzellen und Eizellen aus verschiedenen Quellen abzuleiten.

Die Bildung der Primärfollikel erfolgt zuerst in der Tiefe, allmählich schreitet dieselbe gegen die Eierstocksoberfläche vor und nachdem die Bildung



Fig. 1216.

neuer Eischläuche aufgehört hat, werden allmählich alle Eier in Primärfollikel eingeschlossen. Ausnahmsweise kommt es auch zur Bildung zwei- oder mehreiiger Follikel und zwar dadurch, dass mehrere Eier in einen Follikel eingeschlossen werden, da die mitotische Theilung der Eizellen typisch nur vor der Follikelbildung stattfindet. Wie die Sonderung der Follikel, so erfolgt auch die Ausbildung derselben im Allgemeinen von innen nach aussen und die grösseren Follikel finden sich mehr in der Nähe der Marksubstanz, die kleineren und kleinsten in der Nähe der Oberfläche der Rinde. Bei manchen Thieren, besonders schön bei der Katze, sind zahlreiche Primärfollikel in einer

Fig. 1216. Aus dem Ovarium eines Mädchens von 7 Monaten. *A* Ein Follikel mit Ei und einem cylindrischen, nicht hohlen Anhange des *Stratum granulosum*. Vergr. 350. *a* angrenzende Theile des *Stroma ovarii*; *b* der zellige Anhang, an dem keine besondere Hülle zu erkennen war. *B* Ein ähnlicher, aber grösserer Follikel. Verg. 250. Grösse des Follikels 0,195 mm, des Eies 0,117 mm. Dicke des *St. granulosum* 35—46 μ, der Zona 4 μ. *C* Ein Eisäckchen, *a* das durch einen Stiel der Granulosa *c* mit einer kugeligen Zellenmasse *b* verbunden war, in der kein Ei sich nachweisen liess. Vergr. 175. Grösse des Eies 74 μ, des epithelialen Nebenkörpers 64 μ. *D* Ei mit zwei Keimbläschen und einem Follikel von 0,3 mm. Grösse des Eies 0,1 mm, der Keimbläschen 19 und 28 μ.

besonderen Schicht (Cortikalzellenzone *Schrön*, Cortikalzone *His*) angeordnet; der menschliche Eierstock lässt eine deutliche Cortikalzone selten und dann nur an einzelnen Stellen erkennen. Der Vorrath von Eiern, welcher während der embryonalen Entwicklung und noch in den ersten Lebensmonaten im menschlichen Eierstocke gebildet wird, beträgt jedenfalls viele Tausende und würde daher, auch bei grösster Fruchtbarkeit, ausreichen, um den Bedarf an Eiern um ein Vielfaches zu decken. Es ist daher die gewöhnliche Annahme, dass eine Neubildung von Eiern zur Zeit der Geschlechtsreife nicht mehr stattfinde und die reifen Follikel und Eier aus Primordialeiern hervorgehen, welche seit der ersten Kindheit als ruhende Vorstadien vorhanden sind. In der That findet man in jedem normalen Eierstocke geschlechtsreifer Frauen mindestens einige Hunderte, oft viele Tausende von Primärfollikeln. Da aber nachweislich stets auch zahlreiche Untergangsformen von Follikeln und Eiern in jedem Entwicklungsstadium vorkommen, haben einige Forscher in neuerer Zeit, insbesondere *Paladino*, eine dem regelmässigen Untergange von Eiern parallel gehende Neubildung von solchen während der ganzen Zeit der Geschlechtsreife angenommen. Allein die Befunde, welche *Paladino* an Eierstöcken von Frauen und geschlechtsreifen Thieren (Hund, Bär) als Beweise einer Neubildung von Eiern mittheilt, scheinen durchaus nicht überzeugend. Es sind dies insbesondere theils grubige, theils mehr röhrenförmige Einbuchtungen der Eierstocksoberfläche mit deutlicher Lichtung oder von solchen ausgehende, mehr netzartige, dicht unter der Oberfläche angeordnete Stränge, welche von Fortsetzungen des Keimepithels ausgekleidet sind. In den offenbar sehr naturgetreuen Abbildungen *Paladino*'s (in Ulteriore Ricerche etc. 1887. Fig. 2, 13—24 und in Arch. ital. de Biol. 1898) dieser Art lässt sich aber nirgends eine zweifellose Eibildung erkennen und soweit ich selbst diese, namentlich an manchen Ovarien von Hündinnen sehr zahlreichen, schlauchartigen Einbuchtungen kenne, sucht man nach Eiern in denselben vergeblich. Dagegen berichtet *Wagener* von Ureiern im Keimepithel bei einer trächtigen Hündin. An dem Eierstocke eines mehrere Monate alten Kindes, welchen Dr. *Regnier* in eine Serie zerlegte und mir zur Durchsicht zur Verfügung stellte, konnte ich in den zahlreichen Einbuchtungen der Oberfläche nirgends Eier entdecken; es waren im Gegentheile gerade unter den Buchten und Schläuchen mit offener Lichtung meistens auffallend stark entwickelte Bindegewebsbündel. Wenn ich also diese von Keimepithel ausgekleideten, schlauchartigen Bildungen in Uebereinstimmung mit der Mehrzahl der Forscher nicht mit der Neubildung von Eiern in Beziehung bringen kann, so möchte ich doch die Möglichkeit, dass auch während der Geschlechtsreife Eier aus dem Keimepithel neu entstehen können, nicht völlig abweisen. Schon bei Embryonen zeigt sich neben der Bildung von Eiern in den Eischläuchen in den, den Eierstock glatt überziehenden Regionen des Keimepithels eine Umbildung einzelner Keimepithelzellen in Ureier, welche dann in die Tiefe rücken und gleichzeitig von allen Seiten von Keimepithelzellen umwachsen werden, die sich in das primäre Follikelepithel umwandeln. So entstehen in einfachster Weise, ohne das Zwischenstadium der Bildung von Eischläuchen oder -Ballen, Primärfollikel. Es ist dies ein Vorgang, der auch noch nach der Geburt und zwar zu einer Zeit stattfindet, wo die Bildung von typischen Eischläuchen nur mehr selten ist, oder ganz aufgehört hat. *Bühler* (in Zeitschr. f. wissensch. Zool.

58. Bd.) hat die einzelnen Stadien dieser Art Bildung von Primärfollikeln vom Kaninchen genau beschrieben und abgebildet. Sie findet sich auch, wie ich sehe, bei jungen Katzen und bei Kindern aus dem ersten Lebensjahre (Fig. 1217). Aber auch bei geschlechtsreifen, menstruirenden Frauen scheint dasselbe vorzu-



Fig. 1217.

kommen. An Schnitten eines Eierstockes mit einem menstrualen gelben Körper finde ich in dem leider nur an ganz wenigen Stellen gut erhaltenen Keimepithel da und dort einzelne grössere Zellen in der Reihe der Keimepithelzellen und weiter auch solche, welche bereits aus der Reihe nach abwärts gerückt sind und von oben vom Keimepithel überwachsen sind (Fig. 1218). Komplete Reihen der Bildung von Primärfollikeln konnte ich, wohl nur wegen ungünstiger Konservirung des Keimepithels nicht auffinden, aber die gesehenen Anfangsstadien sind so übereinstimmend mit dem, was man bei Kindern und jungen Thieren beobachtet, dass in diesem Falle eine Eibildung aus dem Keimepithel bei einer geschlechtsreifen Frau anzunehmen ist. Dass Derartiges nur selten gesehen wurde, liegt — abgesehen von der in der Regel schlechten Erhaltung des Keimepithels der zur Konservirung kommenden, menschlichen Eierstöcke — wahrscheinlich an der Periodicität solcher Vorgänge. Die Eierstöcke der geschlechtsreifen Säugethiere verhalten sich bezüglich der Thätigkeit des Keimepithels sehr verschieden. Bei der Katze konnte ich am grössten Theile des Eierstockes nur ein ganz plattes, höchstens 3 μ hohes Keimepithel finden, das nur an wenigen Stellen cylindrischen Zellen von 9—10 μ Höhe Platz macht. Ureier waren

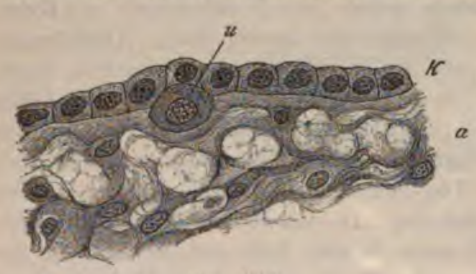


Fig. 1218.

Fig. 1217. Senkrechter Durchschnitt durch das Ovarium eines mehrere Monate alten Kindes. Sublimat-Kochsalz. Hämatox. Eosin. Vergr. 325. Präparat von Dr. *Regnier*. *E* Eischlauch mit Oogonien; *K* Keimepithel; *S* *Stroma ovarii* beziehungsweise Albuginea; *o o* Oocyten direkt aus dem Keimepithel hervorgehend; *p* primäre Follikel mit Oocyten.

Fig. 1218. Schnitt von demselben Ovarium einer jungen Frau, wie Fig. 1204, S. 507. Vergr. 530. *K* Keimepithel; *a* sogenannte Albuginea; *u* Urei.

nirgends zu finden und unter dem Keimepithel zeigt sich überall eine 25 – 60 μ dicke, von Eiern völlig freie Bindegewebslage (*Albuginea*), unter der dann die seit *Schrön*'s Untersuchungen bekannte Rindenzone dicht gedrängter Primärfollikel folgt. Bei der geschlechtsreifen Katze scheint also in der That eine Neubildung von Eiern aus dem Keimepithel zu fehlen. Indessen wäre es immerhin möglich, dass während der Brunstperiode, wie *Pflüger* angab, der Eierstock sich anders verhält. Dagegen war bei Nagethieren (Ratte, Maus) eine Neubildung von Eiern aus dem Keimepithel da und dort zu finden und beim Meerschweinchen und Kaninchen sogar die Bildung von kurzen Eischläuchen und Eiballen. Aehnliches kommt nach den Abbildungen *E. van Beneden's* zu schliessen auch bei *Vespertilio murinus* (Arch. de Biol. T. I) vor. Es scheint also, dass in der That, wie *Paladino* behauptet, zur Zeit der Geschlechtsreife fortwährend noch reife Eier sich entwickeln können, doch geschieht dies nur bei gewissen Thieren nach dem Typus der bei der Embryonalentwicklung vorherrschenden Bildung von *Pflüger*'schen Eischläuchen, gewöhnlich aber und so auch beim Menschen in Form der Ausbildung einzelner Eier im Keimepithel, die dann in die Tiefe rückend sofort in Primärfollikel eingeschlossen erscheinen. Dieser letztere Typus der Eibildung findet sich beim Embryo ebenfalls vor und erscheint durch Uebergangsformen, welche zur Bildung von Eischläuchen führen, nur als eine prinzipiell nicht wesentliche Modifikation der vorherrschenden Form der Eibildung in *Pflüger*'schen Schläuchen. *Holl* hat bei der Maus nur die direkte Bildung von Eizellen aus dem Keimepithel gesehen und lässt sich dadurch zu der Behauptung verleiten, dass es überhaupt keine *Pflüger*'schen Schläuche gebe, während *J. Lange* bei Mausembryonen und jungen Mäusen umgekehrt niemals Ureier im Keimepithel finden konnte. Gegen jede Neubildung von Eiern bei Erwachsenen spricht sich neuerdings sehr entschieden *v. Winiwarter* aus, indem er zugleich die Forderung erhebt, dass diejenigen, welche eine solche annehmen, auch die charakteristischen Kernmetamorphosen der wachsenden Eier (siehe § 304) nachweisen müssten. Mitosen von Ureiern sind bei erwachsenen Thieren in der That nicht nachgewiesen, dies schliesst jedoch nicht aus, dass aus Keimepithelzellen einzelne Eier direkt hervorgehen, an welchen dann allerdings die Kerne in den Anfangsstadien der Bildung nichts Charakteristisches erkennen lassen.

Die eben gebildeten Primärfollikel von 42—45 μ Durchmesser besitzen zunächst keine eigentliche Theca, deren Entwicklung erst weiter unten besprochen werden soll. Das platte einschichtige Follikelepithel wird bald höher und die Zellen nehmen erst eine kubische (Fig. 1215, *B*), dann eine cylindrische Form an (Fig. 1219). Wenn das menschliche Ei einen Durchmesser von etwa 0,06—0,08 mm erreicht hat, beginnt die Bildung der *Zona pellucida*. Dieselbe leitet sich damit ein, dass die dem Ei dicht anliegenden Epithelzellen zarte, fadenartige Fortsätze bilden, die sich mit der Oberfläche des Eies verbinden und in ihrer Gesammtheit bei mittlerer Vergrösserung, wie ein feiner Kutikularsaum erscheinen. Nach aussen gegen das Eiepithel erscheint die Zona während des ganzen Wachsthums stets unregelmässig begrenzt und in festem Zusammenhange mit Epithelzellen, zwischen welchen zackenartige Ausläufer der Zonensubstanz sich verlieren (Fig. 1219). *Nagel* gegenüber, der die Zonabildung erst beginnen lässt, wenn das Ei seine definitive Grösse erreicht hat, muss ich

daran festhalten, dass die Zona früher auftritt — und zwar, wenigstens bei der Katze, schon zu einer Zeit, wo der Follikel ein einfaches niederes Epithel besitzt, — mit dem Ei an Umfang zunimmt, mithin nicht blos in die Dicke, sondern auch in der Flächenausdehnung wächst. Es geschieht dies wohl so, dass die Verbindungen zwischen Ei und Epithelzellen allmählich sich verlängern, während gleichzeitig die zwischen den Intercellularbrücken ausgeschiedene eigentliche Zonensubstanz durch Intussusception und nicht blos durch schichtweise Ablagerung aus den Epithelzellen wächst. Ferner schieben sich während des Wachsthums neue Epithelzellen zwischen die alten ein, wie die Zählungen ergeben und wie das Vorkommen von Mitosen beweist. Diese neugebildeten Zellen gewinnen sekundär ebenfalls einen Zusammenhang mit Zona und Ei.

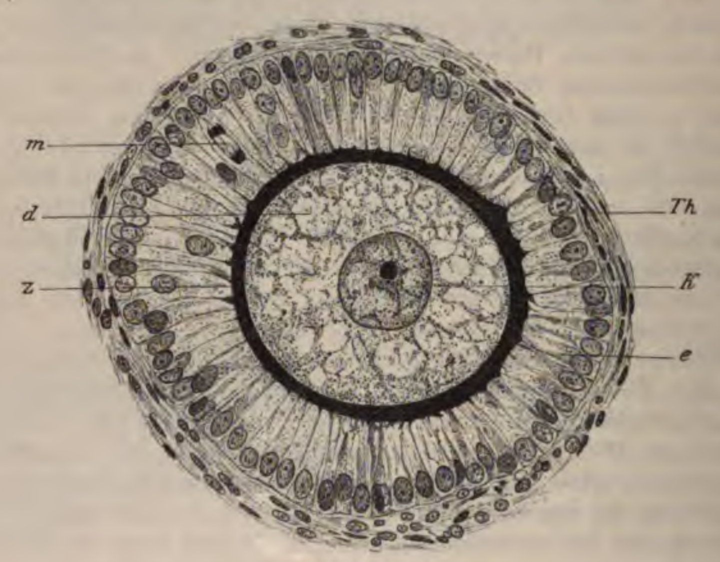


Fig. 1219.

Da das Wachsthum des Eies selbst erst in dem folgenden Paragraphen zur Besprechung kommen soll, so erübrigt hier noch die Darstellung der weiteren Entwicklung des Follikelepithels und der Theca.

Nachdem das Follikelepithel in ein einfaches, hohes (bis 30 μ) Cylinderepithel sich umgewandelt hat, wird dasselbe zunächst dadurch mehrschichtig, dass sich die Cylinderzellen quer zur Längsachse mitotisch theilen (Fig. 1219). Dies geschieht nicht gleichzeitig am ganzen Umfange des Follikels, sondern einseitig und, wie *Koelliker* (5. Aufl. d. Hdb. S. 551) hervorhebt, wuchert das Epithel zunächst an der der Eierstocksoberfläche zugekehrten Seite. Nach diesem Wuche-

Fig. 1219. Schnitt durch das Ovarium einer erwachsenen Katze. Sublimat-Kochsalz, Eisenhämatoxylin. Vergr. 530. Follikel mit Cylinderepithel, das mehrschichtig zu werden beginnt. *K* Keimbläschen mit einfachem Keimfleck und Kernnetz mit dunkeln Chromatinkörnern; *Th Theca folliculi*; *d* Dotter des Eies mit Vakuolen und körnigen Plasmasträngen; *e* Follikelepithel; *m* Mitose in demselben; *z Zona pellucida* tief schwarzblau gefärbt.

rungsvorgang ist das Ei von niedrigen Zellen umhüllt, die dann erst sekundär wieder zu Cylinderzellen, den eigentlichen Eiepithelzellen, auswachsen (Fig. 1215, *C*). Mit zunehmender Vermehrung der Epithelzellen stellt sich in denselben eine Körnung ein und, wie Osmiumpräparate zeigen, finden sich unter den Granula, die im Ganzen spärlich sind, auch feine Fettkörnchen. Gleichzeitig bilden sich zwischen den Epithelzellen Intercellularbrücken aus, welche zum Theile, wie *Paladino* nachwies, sehr deutliche Intercellularräume zwischen sich einschliessen, wodurch die Zellen ästige, sternförmige Formen annehmen können, welche im Kleinen an jene der Schmelzpulpe der Zähne erinnern. Wahrscheinlich durch Ausweitung solcher Intercellularräume und schliessliches Zerreissen der Intercellularbrücken auf längere Strecken, kommt es endlich, nachdem die Follikel etwa 0,2 mm im Durchmesser erreicht haben, zur Bildung eines grösseren Spaltraumes innerhalb des Epithels, der sich dann zu der, mit *Liquor folliculi* erfüllten Höhle vergrössert. Der *Liquor folliculi* ist entweder als ein Sekret des Follikelepithels zu betrachten oder als ein durch die Stoffwechselprodukte des Follikelepithels und des Eies verändertes Transsudat, das rasch an Menge zunimmt und nun von dem in das *Stratum granulosum* mit *Cumulus oophorus* umgewandelten Follikelepithel umschlossen wird. Auch nach Ausbildung der Follikelhöhle finden mit zunehmendem Umfange des Follikels mitotische Theilungen der Granulosazellen statt. Ausnahmsweise kommen im Follikelepithel einzelne auffallend grosse Zellen vor, welche *Nagel* als „Nährzellen" beschrieb, die aber, wie *Schottländer* nachweist, Nebeneier sind, die rudimentär blieben. Es kommt dies in mehreiigen primären Follikeln vor, in welchen später nur Ein Ei normal sich ausbildet. Die Follikelhöhle tritt gewöhnlich so auf, dass der Eihügel auf die der Oberfläche des Eierstockes abgewendete Seite zu liegen kommt; ausnahmsweise findet aber auch das Umgekehrte statt. Ausser der eigentlichen Follikelhöhle, welche entweder sofort als einfacher Hohlraum oder auch durch Zusammenfliessen ursprünglich getrennt auftretender Spalten im Epithel entsteht, können noch nachträglich Hohlräume im *Stratum granulosum* und im Eihügel auftreten. Diese intraepithelialen Hohlräume sind von zweierlei Art. 1. Kugelrunde Bläschen, welche die Grösse eines Eies und darüber erreichen und häufig ringsum von einem Kranze von Epithelzellen umgeben sind, die in ihrer Anordnung an das Eiepithel erinnern. Sie wurden durch *Call* und *S. Exner* zuerst vom Kaninchen genauer bekannt und als Eizellen angesehen, von *Flemming* als Epithelvakuolen beschrieben. Sie erinnern einigermassen an die im Harnröhrenepithel (siehe S. 493) vorkommenden kleinen Cysten. Ihr Inhalt ist eine Flüssigkeit, welche vom *Liquor folliculi* verschieden ist und an fixirten Objekten häufig in Kernfärbemitteln tingirbare Einschlüsse enthält, welche die Vermuthung nahe legen, dass es sich um abnorm veränderte und dann der Auflösung verfallene Granulosazellen handelt. *Ch. Honoré* (in Arch. de Biol. T. 16, pag. 537) hat diese Gebilde neuerdings genau auf ihre Bildung untersucht und behauptet bestimmt, dass sie intercellulär entstehen und ein eigenthümliches Sekret von Gruppen von Follikelzellen enthalten. 2. Eine zweite Art von mehr unregelmässig gestalteten Hohlräumen tritt gegen Ende der Follikelreifung, namentlich in der Basis des Eihügels auf, wodurch die Verbindung des Eiepithels mit der Follikelwand gelockert wird und dieses schliesslich nur mehr durch strangartige Zellbrücken (*Retinacula*) mit der Follikelwand zusammenhängt. Diese Hohlräume entstehen sicher intercellulär, ganz ähnlich,

wie die Follikelhöhle und enthalten eine Flüssigkeit, die — in Gerinnungsform und Färbbarkeit der Gerinnsel an fixirten Präparaten — mit dem *Liquor folliculi* übereinstimmt.

Die Ausbildung der *Theca folliculi* erfolgt schrittweise mit dem Wachsthume. Erst von dem übrigen Stroma nicht deutlich unterscheidbar, tritt sie als eine Lage von konzentrisch angeordneten Stromazellen und Fasern zu der Zeit auf, wo das Follikelepithel mehrschichtig wird. Als erste Spur der Thecabildung sieht man an Follikeln mit noch einschichtigem, aber bereits cylindrischem Epithel, dicht unter diesem ein feines Häutchen, welches wahrscheinlich die Basalmembran darstellt. Ob dieselbe eine kutikulare Bildung von Seite des Follikelepithels oder ein Produkt des Stromas ist, muss dahin gestellt bleiben, doch ist erstere Bildungsweise, welche von *Waldeyer* und *Nagel* angenommen wird, wahrscheinlicher. Mit der konzentrischen Faserung erscheinen auch bald reichliche Gefässe. Noch vor dem Auftreten der Follikelhöhle wird die *Tunica interna* als eine zellenreichere Lage von der äusseren, etwas faserreicheren Hülle unterscheidbar, worauf dann die im vorhergehenden Paragraphen beschriebenen Verhältnisse mittelgrosser Follikel sich ausbilden. Mit zunehmender Ausdehnung des reifenden Follikels gelangt die der Oberfläche des Eierstockes zugewendete Seite der Theca immer näher an das Keimepithel und nun macht sich mehr und mehr eine Verdünnung dieser Seite der Theca, welche schliesslich die Oberfläche des Eierstockes hervorwölbt, bemerkbar, während hier gleichzeitig die Granulosa an Dicke abnimmt und die Blutgefässe spärlicher werden. Die Seitenwände, insbesondere aber die den Eihügel tragende und der Marksubstanz zugewendete innere Wand der Theca erscheinen verdickt, reichlich vaskularisirt, die Zellen der *Tunica interna* vergrössert und von Körnchen erfüllt. Die Blutkapillaren liegen der Basalmembran innig an und treiben dieselbe, namentlich in der Gegend des Eihügels, nicht selten in faltenartigen Einbuchtungen gegen die Granulosa vor. Schliesslich kommt es, falls nicht noch in einem der letzten Stadien degenerative Vorgänge auftreten, zum Platzen des Follikels, nachdem derselbe einen Durchmesser von 9—14 mm und darüber erreicht hat. Ein regelmässiges Platzen von Follikeln erfolgt nur in der Zeit der Geschlechtsreife; bei Thieren periodisch während der Brunst (*Bischoff*), bei Frauen im Allgemeinen periodisch in Zeiträumen von gewöhnlich 28 Tagen, bei gleichzeitigem Eintritte von Blutungen aus der Uterusschleimhaut (Menstruation). Die physiologischen Ursachen des Follikelsprunges sind hier nicht eingehend zu erörtern; starke Verdünnung der äusseren Wand am vorspringendsten Punkte, vielleicht Atrophie an dieser Stelle in Folge des Schwindens der Gefässe unter gleichzeitig plötzlich gesteigerter Ausscheidung von Liquor in Folge vasomotorischer Nervenreize und damit erhöhter Druck von Seite der Follikelflüssigkeit mögen die unmittelbaren Ursachen desselben sein. Mit dem Follikelsprung wird das Ei sammt *Corona radiata*, die nur mehr lose durch die Retinacula befestigt war, aus dem Follikel ausgestossen und der Liquor entleert, während die Granulosa im Allgemeinen erhalten bleibt. Eine Blutung in den Hohlraum des Follikels kann eintreten oder auch fehlen. Nach dem Platzen kann der Riss des Follikels entweder längere Zeit offen bleiben oder auch bald sich schliessen. Der entleerte Follikel geht dann eigenthümliche Veränderungen ein, welche zunächst zur Bildung einer dottergelben, an Stelle des Follikels tretenden Masse führen,

die als gelber Körper, *Corpus luteum*, bezeichnet wird. Von der Bildung und dem Untergange der gelben Körper soll erst später in § 305 die Rede sein.

Die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen ist trotz der zahlreichen eingehenden Untersuchungen noch immer nicht in völlig befriedigender Weise aufgeklärt. Die Schwierigkeit liegt einerseits darin, dass in frühen Stadien die einwuchernden Keimepithelmassen nur undeutlich von den Stromazellen des mittleren Keimblattes gesondert erscheinen und anderseits die unmittelbare Nachbarschaft der Urnierenkanälchen leicht zu Täuschungen Anlass geben können. Letzteres gilt insbesondere bezüglich der Entwicklung der „Markstränge", welche in jüngster Zeit am eingehendsten von *H. J. Coert* untersucht wurde. Eine sehr klare Darstellung der in manchen Punkten sich widersprechenden neueren Arbeiten über die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen gab *G. Born* im 4. Bande der Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte (1894, S. 592), auf welche hiermit, sowie auf die Arbeit von *Coert* und die Handbücher der Entwicklungsgeschichte verwiesen sein mag, da eine detaillirtere Behandlung dieser Angelegenheit hier zu weit führen würde.

Ueber die Bildung der *Zona pellucida* sind die Meinungen noch immer getheilt. Während *Koelliker* früher, sowie *Waldeyer*, *Flemming*, *Paladino*, *G. Retzius*, *Nagel*, *Crety* u. A. die Zona als eine Abscheidung des Follikelepithels ansahen, sprach sich *E. van Beneden* (in Arch. de Biol. 1880) entschieden dahin aus, dass die Zona eine Bildung des Eies selbst sei. *Van Beneden* stützt diese Ansicht, der sich *Koelliker* in neuerer Zeit (Sitzber. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg, 3. Juni 1898), sowie *Sobotta* anschlossen, auf die Beobachtung mehreiiger Follikel im Eierstock der Fledermaus, in welchen Eier mit deutlicher Zona direkt sich berühren, ohne dass Follikelzellen dazwischen liegen. *Koelliker* macht geltend, dass die Eier schon in Eiballen, in welchen sie noch ohne Follikelepithel sind, eine deutliche Membran zeigen, welche er als die erste Anlage der Zona betrachtet. Ich halte jedoch den scharfen Contour, den solche Eier haben, nicht für die eigentliche Zona, sondern für die dichte Dotterrinde und was die Beobachtung *van Beneden*'s anbelangt, so ist wohl möglich, dass in mehreiigen Follikeln ursprünglich ringsum von Epithel bedeckte Eier nachträglich, nach theilweiser Degeneration des ersteren, oder durch Verschiebung in unmittelbare Berührung mit den Zonen gelangten. Die erste Bildung der eigentlichen Zona erfolgt, wie *Flemming*, *Paladino* und *Retzius* angeben und wie man mit Eisenhämatoxylinfärbungen, durch welche sich die Zonensubstanz intensiv färbt, sehr scharf sieht, in Form von netzartigen Fasern erst zu einer Zeit, wo bereits ein deutliches Follikelepithel vorhanden ist an den inneren Enden der Epithelzellen und zwar nicht am ganzen Eiumfange gleichzeitig. Die Fortsätze der Epithelzellen setzen sich bald mit der Dotterrinde in Verbindung, welche letztere eine Art Dotterhaut darstellt, die wohl mit in die Zona einbezogen wird, wie Bilder, ähnlich dem in Fig. 1211 dargestellten, wahrscheinlich machen. Eine ähnliche Abbildung giebt auch *W. Heape* vom Maulwurfe. Dass die Zona aussen, wo sie an die Epithelzellen stösst, weiter wächst, geht wie ich glaube, zweifellos daraus hervor, dass sie gegen das Ei stets scharf, nach aussen aber unregelmässig buchtig contourirt ist und an Eisenhämatoxylin-Präparaten zahlreiche faserige Fortsätze zeigt, die sich zwischen und in den Epithelzellen verlieren.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Zona an Präparaten, welche in Osmium-Essigsäuregemischen (nach *Flemming* oder *Hermann*) fixirt wurden. An dickeren Stücken dringt die Osmiumsäure nicht genügend in die Tiefe und an grösseren Follikeln findet man dann in der Regel die *Zona pellucida* mit Ausnahme der protoplasmatischen Verbindungsbrücken zwischen Eiepithelzellen und Dotterrinde aufgelöst, was wohl auf die vorwiegende Wirkung der Essigsäure zurückzuführen ist (Fig. 1211 S. 519). Die Verbindungsbrücken sind häufig vom Ei abgerissen, an vielen Stellen jedoch ganz sicher von den Epithelzellen bis in die membranartig verdichtete Dotterrinde zu verfolgen. Die innerste Schicht der Zona ist relativ am schwersten löslich und öfter noch als dünne in Eisenhämatoxylin sich dunkel färbende Schicht erhalten. Diese Erscheinung erklärt die eigenthümliche Ansicht *Paladino*'s und *Crety*'s, der zufolge die Zonensubstanz wesentlich Nährmaterial für das Ei sein soll, das sich je nach dem Verbrauch als dickere oder dünnere Schicht um das Ei ansammle. Dass aber die Zonensubstanz im Leben nicht flüssig ist, zeigt ihre Konsistenz am frisch isolirten Ei.

Die Basalmembran, welche als äusserst feines Häutchen die innerste Schicht der *Theca folliculi* bildet, welcher das Epithel unmittelbar aufsitzt, ist den Basalmembranen von Schleimhäuten und den *Membranae propria* von Drüsen vergleichbar. Sie wird von Koelliker (in Mikrosk. Anat. II, 2, S. 428) als *Membrana propria*, von späteren Autoren, namentlich in neuerer Zeit wieder von Nagel, als Glashaut bezeichnet. Da aber die auffallend dicke homogene Membran, welche an atretischen Follikeln vorkommt (siehe § 305) allgemein als Glashaut bezeichnet wird und es mindestens zweifelhaft ist, ob diese Glashaut aus der Basalmembran normaler Follikel hervorgeht, wird für die letztere der Name Glashaut besser vermieden.

§ 304.

Oogenese und Reifetheilungen des Eies. Mehreiige Follikel und mehrkernige Eier.

Die eben gebildeten Ureier oder Oogonien besitzen einen Kern mit ziemlich grossem, einfachen Kernkörperchen und einem dichten Kerngerüste, welches eine netzartige Anordnung zeigt und feine Chromatinkörner in einer weniger färbbaren Grundlage erkennen lässt. Die noch in Eischläuchen eingeschlossenen

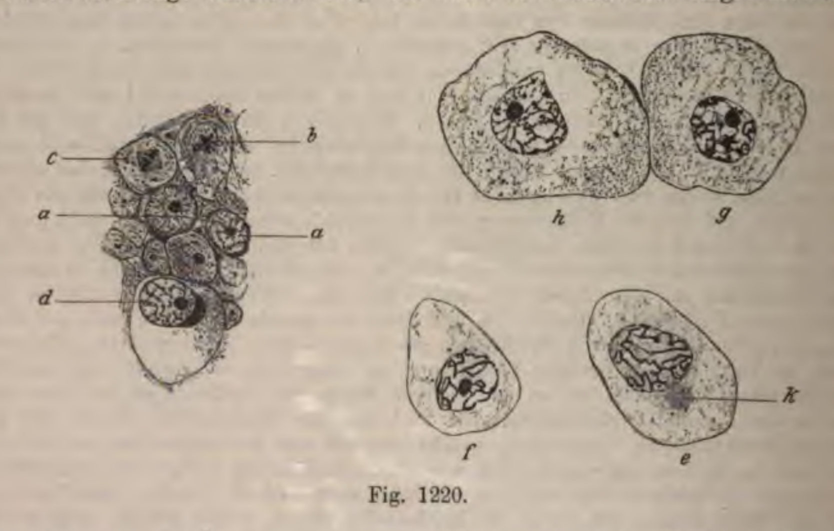


Fig. 1220.

Eier lassen bei Embryonen und jungen Thieren deutliche Mitosen erkennen, welche wegen ihrer Kleinheit bei Säugethieren und beim Menschen schwer in ihren Einzelheiten zu analysiren sind, aber, wie es scheint, keine Besonderheiten zeigen (Fig. 1220, *c*). Bei der Katze kann man deutlich das Auftreten von Chromatinfäden, die Bildung von Kernspindeln, an deren Enden deutliche Polkörperchen erkennbar sind und die verschiedenen Phasen der Metakinese verfolgen. Die Kernspindeln im Stadium der Aequatorialplatte erscheinen auffallend

Fig. 1220. Von Schnitten durch das Ovarium eines acht Tage alten Kätzchens. Sublimat-Kochsalz. Eisenhämatoxylin. Vergr. 600. *a* Ruhende Kerne von Oogonien; *b* Prophase der Theilung; *c* Kernspindel; *d* wachsender Oocytenkern rechts mit dunkelgefärbtem Halbmonde, in welchem der Dotterkern sich bildet; *e* Oocyt mit kontinuirlichem langem Chromatinfaden im Kern, Kernkörperchen weggeschnitten; *k* Dotterkern; *f* beginnende Segmentirung des Chromatinfadens; *g* Segmentirung und Ringbildung *h* Kernnetz mit Chromatinkörnern.

breit im Verhältniss zu ihrer Länge. Nach der Theilung gehen, wie *H. Rabl* und *O. van der Stricht* fanden und *v. Winiwarter* bestätigt, die Tochterkerne in ein Ruhestadium über, in welchem sich wiederum ein dichtes Kernnetz und ein Kernkörperchen ausbildet und die Tochterchromosomen ihre Selbständigkeit wieder völlig aufgeben, wie bei einer gewöhnlichen Kerntheilung. Diese Theilungen der Ureier sind wohl den Theilungen der Spermatogonien im Hoden homolog und es können daher die Eier vor dieser Theilung als Oogonien, nach der Theilung als Oocyten bezeichnet werden. Ob dieselben Oogonien sich wiederholt theilen, lässt sich wohl schwer feststellen. Die Wachsthumserscheinungen der Oocyten sind schwierig zu verfolgen, da letztere bei den Säugethieren nicht wie die Spermatocyten in ihren aufeinander folgenden Wachsthumsstadien räumlich nebeneinander geordnet, sondern ziemlich regellos vertheilt sind. Es bleiben hauptsächlich nur die Anhaltspunkte der Grösse des Kernes und des Zellkörpers, sowie der Sonderung der Follikel, um die verschiedenen Kernbilder genetisch zu ordnen; Anhaltspunkte, welche mögliche Täuschungen nicht völlig ausschliessen. Dies vorausgeschickt kann die folgende, vorzüglich auf die Darstellung und die Präparate *H. Rabl's* von Eierstöcken der Katze sich stützende Beschreibung der Reihenfolge der Kernveränderungen bis zur Bildung der Primärfollikel als wahrscheinlich richtig hingestellt werden. Aus dem zusammenhängenden dichten Chromatinnetze (Fig. 1220, *d*) geht zunächst ein dichter, der Kernmembran oft einseitig anliegender, schwer in seinen Einzelheiten erkennbarer Knäuel hervor (Fig. 1224, S. 544) und weiterhin ein an sehr vielen Oocyten zu beobachtendes Stadium, in welchem ein sehr langer, dünner, ziemlich glatter Chromatinfaden sich bildet, welcher in vielfachen Windungen vorzüglich an der Innenfläche der Kernmembran seine Lage hat. An einer Stelle, welche von den Windungen des Fadens frei bleibt, findet sich ein kugeliges Kernkörperchen. Ob der Chromatinfaden wirklich ein einziger zusammenhängender Faden ist, wie *H. Rabl* vermuthet, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, jedenfalls ist aber der Faden oft auf eine Länge, welche den Kerndurchmesser um ein Mehrfaches übertrifft, zweifellos zu verfolgen (Fig. 1220, *e*). Dadurch ist ausgeschlossen, dass in diesem Stadium selbständige Chromosomen in Form von kurzen Fadenstücken vorhanden sind und das Kernbild zeigt augenscheinliche Aehnlichkeit mit jenem eines wachsenden Spermatocyten. Als ein weiteres Wachsthumsstadium des Kernes, während welchem derselbe von 12 μ auf 16—18 μ Durchmesser zunimmt und der Chromatinfaden dicker wird, sind nun sicher die häufigen Bilder zu betrachten, in welchen der Faden in einzelne Stücke zerfallen ist, welche oft paarweise gruppirt sind und durch aufeinanderfolgende Quer- und Längstheilung des einheitlichen Fadens erklärt werden können. Solche Doppelchromosomen finden sich sowohl in den grösseren Kernen von Oocyten junger Thiere, als in jenen ausgewachsener Katzen im Bereiche der Rindenzone des Ovariums. Die längsgetheilten Fadenstücke liegen entweder parallel neben einander, was im Ganzen selten ist, oder sie bilden achterförmige oder ringartig verschlungene (Fig. 1221) Figuren, die durch Auseinanderweichen der gespaltenen Fadenstücke und theilweises Verkleben der Enden erklärt werden können. Diese Bilder erinnern sehr an die Ringbildungen der Chromosomen der Spermatocytenkerne unmittelbar vor den Reifetheilungen. Allein den Ringbildungen der Oocyten folgt, so eifrig man auch suchen mag, zunächst keine Zelltheilung. Neben diesen aus Doppelchromosomen

mit ziemlich glatten Fäden bestehenden Kernen findet man andere, in welchen das Chromatin zu mehr weniger deutlich gesonderten Ringen gruppirt ist, welche nicht aus feinen glatten Fäden mit gleichmässigen Körnchen, sondern aus einer Masse bestehen, die grössere und kleinere Chromatinkörner einschliesst, ferner Kerne, in welchen das Chromatin in Form von körnigen Flecken zu sehen ist, welche durch zarte, weniger färbbare Verbindungsfäden zusammenhängen. Es scheint, dass diese Formen aus dem Stadium der Doppelchromosomen mit glatten Chromatinfäden hervorgehen (Fig. 1220 *g* und *h*).

Bei weiterem Wachsthum der Eier sind nun deutliche Chromatinfäden nicht mehr vorhanden, es bildet sich ein wenig färbbares, lockeres Kernnetz aus, in welchem, regellos zerstreut, im Ganzen spärliche, grössere und kleinere Chromatinkörner eingelagert sind, während die früher so deutlichen Chromatinfäden und Doppelchromosomen verschwunden sind. Die Kerne der Oocyten, an welchen diese Kernstruktur zu sehen ist, sind von verschiedener Grösse; ausnahmslos findet man dieselbe an den grösseren Eiern, an welchen die Bildung der *Zona pellucida* beginnt und die Eizelle einen Durchmesser von ca. 60 μ erreicht (Fig. 1219). Diese Kernstruktur bleibt nun bis zum Eintritte der Reifetheilung, welche unter dem Namen der Ausstossung der Richtungskörperchen bekannt ist, erhalten. — Das Kernkörperchen findet sich während der ganzen Wachsthumsperiode der Oocyten, bei der Katze entweder als ein einfaches, kugeliges Korn, oder auch als doppeltes, in welchem Falle stets das eine Kernkörperchen bedeutend grösser ist als das zweite. Nur selten findet man Eier, in welchen das Kernkörperchen eine mehr unregelmässige Form mit mehreren Hervorragungen darbietet. Die hier von der Katze geschilderten Wachsthumsveränderungen der Oocytenkerne lassen sich in ihren Hauptpunkten auch an Ovarien von Kindern feststellen, insbesondere sind auch hier lange Chromatinfäden, Doppelchromosomen und Ringbildungen, wie *O. van der Stricht* zuerst angab (in 12. Vers. d. Anat. Gesellsch. 1898 S. 139), deutlich nachzuweisen. Doch ist es noch schwieriger als bei der Katze, die genealogische Reihenfolge der Chromatinveränderungen sicher zu stellen.





Fig. 1221.

Mit dem Wachsthum der Oocytenkerne geht die Ausbildung des Dotters Hand in Hand. Schon bald nach der Theilung der Oogonien, noch zu einer Zeit, wo der Kern der Oocyten ein dichtes Kerngerüst zeigt, bemerkt man um den Kern eine dichtere Plasmaschicht (Mantelschicht *Leydig*), welche an einer Stelle eine halbmondförmige Verdickung zeigt (Fig. 1220, *d*). In dieser Verdickung ist ein rundlicher Körper, der Dotterkern (siehe S. 520), bemerkbar, in welchem sich an mit Eisen-Hämatoxylin oder mit Saffranin gefärbten Präparaten ein kleines, rundes Korn erkennen lässt. In der Umgebung des Dotterkernes treten zuerst grössere Dotterkörner (Deutoplasma) auf; es scheint daher,

Fig. 1221. Oocyten von Schnitten durch das Ovarium einer erwachsenen Katze. Sublimat-Kochsalz. Eisenhämatoxylin. Vergr. 600. In *a* Kern mit Kernkörperchen und segmentirten meist paarweise gruppirten Chromatinfäden; in *b* das Kernkörperchen weggeschnitten, sonst ebenso.

dass die Deutoplasmabildung unter dem Einflusse dieses Gebildes steht, das indes bald undeutlich wird.

Die Reifetheilung oder die Ausstossung der Richtungskörper (Richtungsbläschen, Polzellen, *Globules polaires*) ist beim Säugethierei nur unvollständig, am besten bei der Maus durch *Sobotta*, bekannt. Es ist sicher, dass eine solche in Form einer ein- oder zweimaligen mitotischen Theilung des Keimbläschens, zu welchem der Oocytenkern herangewachsen ist, stattfindet, ehe das Ei wirklich reif, d. i. entwickelungsfähig ist. Die Reifetheilung leitet sich damit ein, dass die Kernmembran sich löst und aus dem Kernnetze des Keimbläschens neuerdings Chromosomen entstehen und sich der Länge nach theilen. Es bildet sich — wohl aus dem Inhalte des Keimbläschens, während zugleich das Kernkörperchen verschwindet — eine Kernspindel, welche deutliche Spindelfasern zeigt, anfänglich schief oder fast paratangential zur Eioberfläche steht und nachträglich sich mehr radiär stellt und endlich mit einem höckerförmigen Vorsprung an der Eioberfläche hervortritt, nachdem die Diasterphase der Mitose eingetreten ist. Die Richtungsspindel erscheint an den Polen auffallend breit, mehr tonnenförmig und ein Polkörperchen sammt Polstrahlung ist in der Regel nicht nachzuweisen, die Spindelfasern sind, wenigstens bei der Maus und beim Meerschweinchen, ziemlich dick und scharf hervortretend. Es erfolgt nun die Kerntheilung und nach derselben die Abschnürung der einen Kernhälfte sammt einer kleinen Portion der den Kern umhüllenden Eisubstanz, welche zusammen das erste Richtungskörperchen darstellen. Es handelt sich also um eine mitotische Zelltheilung durch Knospung, bei welcher zwei sehr ungleiche Theilstücke entstehen. Das kleinere derselben, das erste Richtungskörperchen bleibt zwischen Ei und Zona liegen und geht ohne weitere Entwicklung später zu Grunde. Ausnahmsweise kann das erste Richtungskörperchen noch einmal sich mitotisch theilen, was besonders bei Fledermäusen öfter vorzukommen scheint. Der Bildung des ersten Richtungskörpers folgt — nach *Sobotta*'s eingehenden Untersuchungen bei der Maus nur ausnahmsweise — die eines zweiten und zwar ebenfalls unter Auftreten einer Kernspindel, welche jedoch kleinere Dimensionen hat, als die erste. Die Theilung erfolgt, unmittelbar anschliessend an die erste, im Wesentlichen ebenso, wie bei der ersten Richtungsspindel und nach Vollendung der Theilung befinden sich zwei kleine Richtungskörperchen zwischen Ei und Zona in dem perivitellinen Spaltraume, der sich erst während der Richtungstheilung durch Ablösung des Dotters von der Innenfläche der Zona bildet. Die beiden Theilungen sind homolog den Spermatocytentheilungen und wie bei diesen erfolgt — nach den bei niederen Thieren genau verfolgten



Fig. 1222.

Fig. 1222. Schnitt vom Ovarium eines jungen Meerschweinchens. *Flemming*'s Gem. Eisenhämatoxylin. Vergr. 530. Ei mit erster Richtungsspindel in der Mitte. Am oberen Theil der Spindel eine Art Polstrahlung. *Z Zona pellucida* theilweise vom Ei abgehoben; *d* Dotterkörner.

Vorgängen der Richtungskörperbildung zu schliessen — eine Zahlenreduktion der für das betreffende Thier typischen Chromosomenzahl auf die Hälfte. *Sobotta* findet bei der Maus 12 Chromosomen bei der Richtungstheilung in jeder Hälfte. Nach den Richtungs- oder Reifetheilungen sind gewöhnlich im Ganzen drei Theilprodukte entstanden, von welchen in Bezug auf die Kerne das Ei und der zweite Richtungskörper je einer Spermatide homolog sind, während der erste Richtungskörper einem Spermatocyten zweiter Ordnung entspricht, da er aus der ersten Theilung hervorgeht und sich selbst in der Regel nicht mehr ein zweites Mal theilt. Falls nur ein Richtungskörper ausgestossen wird, muss derselbe als dem regulären zweiten entsprechend angesehen werden, während die erste Richtungstheilung unterdrückt ist (*Sobotta*). Der nach Bildung der Richtungskörper im

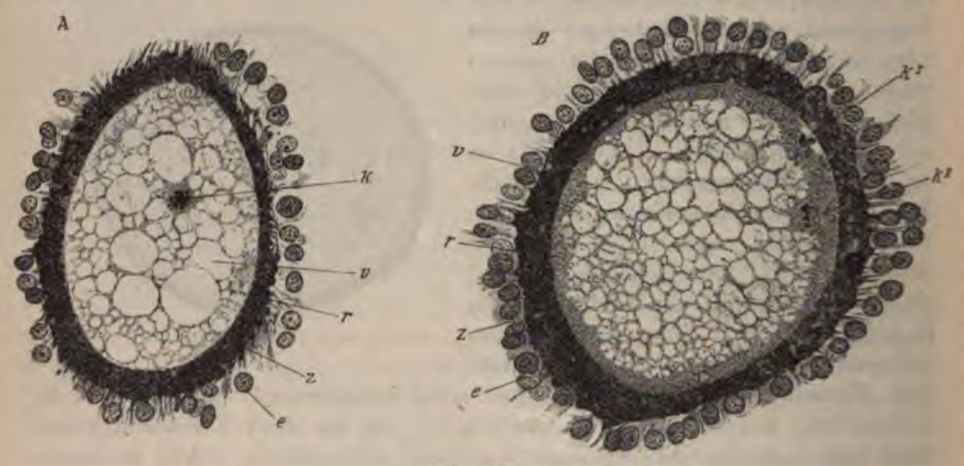


Fig 1223.

Ei vorhandene Kern wird zum Unterschiede vom Keimbläschen als Eikern (*O. Hertwig*) oder als weiblicher Vorkern (*E. van Beneden*) bezeichnet. Bei der Befruchtung vereinigt sich derselbe mit dem Spermakerne oder männlichen Vorkerne zum ersten Kerne des sich entwickelnden Eies, zum Furchungskerne (*O. Hertwig*). Die Reifetheilungen des Eies erfolgen entweder noch im Eierstocke vor dem Follikelsprunge oder, wie *Tafani* zuerst bei der Maus fand, erst nach dem Follikelsprunge an dem in der Tube befindlichen Ei. *Sobotta* fand, dass bei der Maus nach fruchtbarer Begattung die Abschnürung des gewöhnlich nur einfachen Richtungskörpers in der Tube erst nach dem Eindringen des Samenfadens sich vollzieht. Bildung von Richtungsspindeln kann, wie zuerst *Flemming* fand, auch in geschlossenen, niemals zum Platzen kommenden Follikeln stattfinden. Solche Eier fallen dann der Degeneration anheim (Fig. 1223).

Fig. 1223. Von demselben Eierstocke der erwachsenen Katze wie Fig. 1221. Vergr. 530. *A* Oberflächlicher Tangentialschnitt durch ein Ei mit erster Richtungsspindel *K* im Querschnitte; *B* fast meridionaler Schnitt durch ein Ei mit ausgestossenem ersten Richtungskörper K^{I} und zweiter Richtungsspindel K^{II} im Profil; für beide Figuren gemeinsam: *e* Epithel; *r* feinkörnige Dotterrinde; *v* Vakuolen im Dotter (gelöste Fetttropfen?); *z* *Zona pellucida* tief schwarz.

Wie aus den bei der Oogenese zu beobachtenden Thatsachen hervorgeht, kommen normalerweise mitotische Theilungen der Eizellen nur an Ureiern (Oogonien) vor, so lange diese noch im Keimepithel, in den Eischläuchen oder Eiballen sich befinden, während nach der Follikelbildung im ganzen Verlaufe der Eireifung niemals Mitosen zur Beobachtung kommen, ausser am Schlusse derselben in der eigenthümlichen Form der Bildung der Richtungskörper. Das im Ganzen seltene Vorkommen mehreiiger Follikel kann demnach im Rahmen normaler Eientwicklung dadurch erklärt werden, dass mehrere Oocyten gemeinsam in einen Follikel eingeschlossen werden und gleichzeitig in demselben sich weiter bilden. Ausserdem können mehreiige Follikel durch sekundäres Schwinden der Scheidewände auftreten. Die Möglichkeit, dass ein Oocyt innerhalb eines Follikels sich theile, ist natürlich nicht absolut ausgeschlossen, doch kann sie nur als Anomalie in Betracht kommen. Ebenso muss das Vorkommen von zwei Keimbläschen in Einem Ei, wie dies wiederholt beobachtet wurde, als Abnormität bezeichnet werden, welche in dem gelegentlichen Auftreten mehrkerniger Spermatocyten ihre Analogie hat.

In älterer Zeit wurde lebhaft die Frage erörtert, ob das Ei als eine einfache Zelle oder als ein zusammengesetztes vielzelliges Gebilde zu betrachten sei, ob das Säugethierei dem ganzen Vogeleie oder nur dem Keimbläschen des letzteren und der dasselbe unmittelbar umgebenden feinkörnigen Dottermasse, welche bei der Entwicklung den eigentlichen sich furchenden Keim darstellt, zu vergleichen wäre und das ganze Vogelei dem ganzen Inhalte eines Follikels des Säugethiereierstockes entspreche (*v. Baer*). Die genaue Verfolgung der Entwicklung der Eier in den verschiedenen Wirbelthierklassen hat jedoch zweifellos ergeben, dass die ganzen Eier einfache Zellen sind und bleiben, mag auch der Nebendotter noch so mannigfaltig geformte Bestandtheile (Dotterkugeln, Dotterplättchen u. s. w.) enthalten und zu ausserordentlichem Umfange heranwachsen. Das Einwandern geformter Bestandtheile oder ganzer Follikelzellen in die wachsende Eizelle wurde bis in die neuere Zeit von einzelnen Forschern angenommen und *His* (1868) hatte die weissen Dotterkugeln des Hühnereies als umgewandelte Zellen erklärt; doch hat sich, soweit ein wirkliches Einwandern von Zellen in das Ei vorkommt, herausgestellt, dass hierbei nur Degenerationsprozesse (siehe § 305) in Frage kommen, bei welchen in der That, nachdem das Ei schon entwicklungsunfähig geworden, Wanderzellen in das Ei eindringen können. Die weissen Dotterkugeln des Hühnereies (siehe S. 521) hatte schon *Schwann* für Zellen gehalten. Die Ernährung des Eies erfolgt wesentlich auf dem Wege der Assimilation von flüssigen Nährstoffen, wie bei anderen Zellen und die Bildung von Dotterkörnern und -Kugeln durch innere Arbeit der Eizelle. Immerhin wäre, mit Rücksicht auf die innige Verbindung von Ei und Follikelepithelzellen, möglich, dass feinste Körnchen aus letzteren in das erstere übertreten.

Die Vorgänge der Eireifung waren insbesondere in den letzten Decennien Gegenstand eifrigen Studiums und eine reiche Litteratur, welche sich auf das ganze Thierreich erstreckt, ist darüber entstanden. Die Frage über die Natur des Keimplasma und die Theorien über die Reduktionstheilung stehen bei den meisten dieser Arbeiten im Vordergrunde. *Purkinje* hatte schon im Jahre 1825 angegeben, dass das von ihm entdeckte Keimbläschen des Vogeleies im Eileiter verschwinde, indem es seinen Inhalt, nach Platzen des Bläschens, mit dem Keime vermische. Ein Verschwinden des Keimbläschens wurde dann vor der Entwicklung des Eies vielfach beobachtet, für die Säugethiere (Kaninchen) zuerst von *Wharton Jones* (1837) festgestellt. Die Art wie das Keimbläschen verschwindet, blieb jedoch lange dunkel und gänzlich unverständlich. Im Jahre 1824 entdeckte *Carus* die Richtungskörperchen bei Mollusken, 1842 *Bischoff* beim Kaninchen. *Fr. Müller*, welcher sie bei Schnecken genauer untersuchte (1848), gab ihnen den Namen Richtungsbläschen, weil er sie an der Stelle fand, wo die erste Furche beim Furchungsprozesse einsetzt. Die Vermuthung, dass die Richtungskörperchen aus dem Keimbläschen abstammen, lag nahe und wurde schon von *Bischoff*

gehegt. Doch erst *Bütschli* (1876) erkannte die aus dem Keimbläschen hervorgehende Kernspindel, glaubte aber noch, dass das ganze Keimbläschen ausgestossen werde. Der wirkliche Sachverhalt wurde dann in den folgenden Jahren durch die Arbeit vieler Forscher aufgeklärt, nachdem zuerst *Giard* die Bildung der Richtungskörperchen als Zelltheilung erklärt und *O. Hertwig* (1876) behauptet hatte, es verschwinde bei der Eireifung das Keimbläschen nicht ganz, sondern es gehe aus ihm der Eikern hervor. Dass die Richtungskörperchen rudimentäre Eier sind, hat bestimmt zuerst *Mark* (1881) ausgesprochen. *Bütschli* (1885) und *Boveri* kamen davon unabhängig zu derselben Ansicht. Die morphologische Homologie der Reifetheilung der Spermatocyten und der Bildung der Richtungskörper wurde zuerst von *Platner* (1889) erkannt und von *O. Hertwig* (in Arch. f. mikr. Anat. 36. Bd.) auf Grund der vergleichenden Untersuchung der Ei- und Samenbildung bei Nematoden (*Ascaris megalocephala*) genauer dargelegt. Die Homologie liegt wesentlich darin, dass sowohl bei der Reifetheilung der Spermatocyten, als bei der Bildung der Richtungskörper zwei Zelltheilungen ohne dazwischen liegendes Ruhestadium sich folgen und bei diesen Theilungen die Zahl der Chromosomen auf die Hälfte der gewöhnlichen Zahl herabgesetzt wird. Die komplette Homologie zwischen Spermatocytentheilung und Richtungskörperchenbildung liegt in den gerade bei Säugethieren, besonders aber bei Mollusken öfter beobachteten Fällen vor, wo im Ganzen vier Theilprodukte entstehen, indem nebst der Abschnürung eines zweiten, auch noch eine Theilung des ersten Richtungskörpers erfolgt. Es entsprechen dann das Ei und der erste Richtungskörper (nach der Theilung der ersten Richtungsspindel) Spermatocyten II. Ordnung; nach der Theilung der zweiten Richtungsspindel und der zweiten Theilung des ersten Richtungskörpers, sind sowohl die drei nun gebildeten Richtungskörper, als das Ei — Spermatiden homolog. Der Unterschied gegenüber der Spermatocytentheilung liegt aber darin, dass bei letzterer vier gleichartige Spermatiden entstehen, während bei den Reifetheilungen des Eies nur Ein funktionstüchtiges Ei sich bildet, die drei anderen aber abortive, rudimentäre Eier darstellen. Das regelmässige Auftreten rudimentärer Eier in Form von Richtungskörperchen bei den verschiedensten Thierstämmen, spricht für die fundamentale Wichtigkeit des Vorganges, welche wohl nur in der für die Befruchtung nothwendigen Reifetheilung des Kernes gesucht werden kann. Bei den meisten Thieren bilden sich zwei Richtungskörper. Das Auftreten von nur Einem Richtungskörper wurde insbesondere bei Eiern von solchen Thieren (Arthropoden), welche sich parthenogenetisch d. h. ohne Befruchtung entwickeln können, beobachtet (*Blochmann, Weismann* und *Ischikawa*), und *Weismann* war geneigt, diesem Umstande eine besondere theoretische Bedeutung beizulegen. Da jedoch auch bei Säugethieren, und zwar nach *Sobotta* bei der Maus in der Regel, nur ein Richtungskörperchen gebildet wird, kann diese Erscheinung nicht mit der Parthenogenese in direkte Beziehung gebracht werden. Die Mitosen der Richtungskörperchen zeigen einige Eigenthümlichkeiten. Die Spindelfasern konvergiren nicht gegen einen Punkt an den Polen der Spindel, sondern enden einzeln oder bündelweise mit leichten Verdickungen. Die Spindel entsteht innerhalb der Kernmembran, wie *H. Rabl* in einem Fall sicher sehen konnte und abbildete. Nach *Sobotta* sollen den Richtungsspindeln allgemein Polkörperchen (Centrosomen) und Polstrahlungen fehlen, doch konnte *H. Rabl* wenigstens Polstrahlungen in mehreren Fällen beim Meerschweinchen deutlich erkennen (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 106. Bd. S. 95). Bei wirbellosen Thieren sind die Centrosomen, Sphären und Polstrahlungen zum Theil sehr deutlich, so insbesondere z. B. bei *Thysanozoon Brocchi,* wie *O. van der Stricht* (in Arch. de Biol. 15. Bd.) ausführlich beschreibt und abbildet. Das Verhalten des Chromatins während der Richtungskörperbildung wurde bei vielen Thieren mit Rücksicht auf die Reduktionsfrage genau verfolgt, in welcher Beziehung, ausser auf die (S. 446) bereits citirten Schriften noch auf eine Arbeit *J. Rückert*'s (Zur Eireifung bei Copepoden, in Anatom. Hefte 4. Bd. 1894, S. 263), ferner auf den Vortrag *W. Waldeyer*'s über Befruchtung und Vererbung (in Verh. d. Gesellsch. d. Naturf. u. Aerzte 1897) verwiesen sein mag.

Was die Eireifungsvorgänge bei Wirbelthieren anbelangt, so ist das Verhalten der zu grossen Eiern heranwachsenden Oocyten der Selachier und Amphibien, welche erstere sehr genau von *Rückert*, letztere von *O. Schultze*, *E. Jordan*, *Born*, *Carnoy* und *Lebrun*, *Fick* u. A. untersucht wurden, wegen der dabei auftretenden Veränderungen der Kerne deshalb von grossem Interesse, weil sie auf die funktionelle Bedeutung des Chromatins einiges Licht werfen. Es kann als festgestellt an-

genommen werden, dass bei den dotterreichen Eiern 1. das Chromatin während des Wachsthums der Oocyten an Masse kolossal zunimmt, 2. dass später dasselbe wieder an Masse sehr beträchtlich abnimmt und in regellos vertheilte grössere und kleinere Körner zerfällt, ehe die Reifetheilungen eintreten.

Bei den Selachiern bilden sich nach der Oogonientheilung aus dem Kerngerüste Doppelchromosomen aus, welche zu sehr bedeutender Grösse heranwachsen, bis sie, nach Messungen *Rückert*'s, fast das 8000fache Volumen der ursprünglich einfachen Chromosomen erreicht haben. Dabei zeigen die Chromosomen einen sehr merkwürdigen, zuerst von *Flemming* vom Axolotleie geschilderten Bau. Die Chromatinkörner des Fadens wachsen nämlich senkrecht zur Fadenrichtung nach allen Seiten zu feinen ziemlich langen, oft schlingenartig gebogenen Fädchen aus, wodurch das ganze Chromosom in seinem Aussehen an eine „Lampencylinderbürste" erinnert. Mit zunehmender Reifung des Eies geht eine Rückbildung der Chromosomen vor sich, ihre Färbbarkeit nimmt ab, die seitlichen Fäden verschwinden und das Volumen wird wieder so vermindert, dass es nur mehr ungefähr 0,0002 des grössten erreichten Volumens beträgt. Doch erhalten sich nach *Rückert* die so reduzirten Doppelchromosomen bis zur Reifetheilung, indem sie vor dieser zur Bildung eines dichten Knäuels zusammentreten. Hand in Hand mit dem Anwachsen und Abnehmen der Chromosomen geht ein ähnlicher Vorgang an den, bei Fischen und Amphibien zahlreichen Nucleolen. Es ist augenscheinlich, dass bei dem Wachsthume der grossen Eier Chromatin- und Nucleolensubstanz gebildet wird, welche nach Ausbildung der Eier wieder verschwindet. Aber während *Rückert* wenigstens für einen Theil des Chromatins eine Kontinuität der Chromosomen von den Ureiern her annimmt, zu welchem Resultate auch *E. Jordan* und *Born* bei den Amphibien gelangten, behaupten *Carnoy* und *Lebrun* (1898) sowie *Fick* für letztere Thiere, dass eine Erhaltung selbständiger Chromosomen nicht nachzuweisen sei, sondern ein Zerfall des Chromatins in Körner und eine Neubildung von Chromosomen vor der Richtungstheilung stattfinde. Abgesehen von dem kolossalen Wachsthum und der eigenthümlichen bürstenartigen Differenzirung der Chromosomen, welche nach *Holl* auch beim Huhne sich findet, zeigen die Säugethiere bezüglich des Chromatins sehr ähnliche Vorgänge in den wachsenden Eiern. Vor Abschluss des Wachsthums und vor Eintritt der Reifetheilung findet sich aber, wie *H. Rabl* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 54. Bd. S. 427) beschreibt, ein Stadium, in welchem nur wenige grössere und kleinere Chromatinkugeln vorhanden sind, die in einem nicht färbbaren Netzwerke liegen. Aus diesem Netze gehen, unter gleichzeitigem Verschwinden des Keimfleckes, die Chromosomen der Richtungsspindel hervor. *Carlier* verfolgte das Wachsthum des Keimfleckes (Nucleolus) an den Eierstockseiern des Igels. Er fand eine bedeutende Volumszunahme (auf das 125fache) während des Wachsthums des Eies. Schliesslich verschwindet aber der Keimfleck nach vorausgehender Vakuolisirung. Eine ganz eigenthümliche Darstellung der Eireifung bei der Maus gab *Holl*, indem er die Nucleolen allein die Richtungsspindel liefern lässt, was sicherlich nicht richtig ist. Die Nucleolen lösen sich, wie zahlreiche Erfahrungen an Eiern aller Thierklassen ergaben, bei den Richtungstheilungen auf, ohne direkt in Chromosomen sich umzuwandeln. Die Fadenknäuel und Mitosen in den Oogonien der Säugethiere hat *Paladino* zuerst genauer beschrieben und gut abgebildet.

Eine sehr eingehende Untersuchung haben die Vorgänge bei der Oogenese der Säugethiere, speziell des Kaninchens, bis zum Stadium, in welchem die Eier in Follikel mit einschichtigem Epithele eingeschlossen sind, durch *H. v. Winiwarter* in einer unter Leitung *E. van Beneden*'s ausgeführten Arbeit gefunden. *v. Winiwarter* untersuchte eine lückenlose Reihe von Kanincheneierstöcken, welche von Embryonen vom 18. Tage an bis zu 8—9 Wochen alten Thieren stammten und es ist klar, dass ein derartiges Material bezüglich der Reihenfolge der Kernveränderungen eine grössere Sicherheit bietet, als die Untersuchung einiger weniger Eierstöcke. Nach diesen Untersuchungen unterscheiden sich die Kerne mit maschigem Kerngerüste anfänglich nicht von jenen der Epithelzellen, die später zu Follikelepithelzellen werden. Sie vermehren sich durch gewöhnliche mitotische Theilung. Mitosen, mit ganz kurzen Chromatinstäbchen oder Körnern, welche mitunter zu Tetraëdern gruppirt sind (Vierergruppen), sind anomale, degenerative Formen, die zur Karyolyse führen. Die Oogonien wachsen, zeigen später einen feinen Kernfaden (*Noyaux leptotènes*), der weiterhin zu einem krümeligen, unentwirrbaren Haufen — der wahrscheinlich auch das Kernkörperchen enthält —, von

welchem spärliche, zum Theile doppelt erscheinende Fäden ausstrahlen, sich zusammenzieht (*N. synaptènes*). *v. Winiwarter* vermuthet, dass es sich hierbei um eine Verschmelzung von Chromatinfäden, um eine **Synapsis** handle, welche zuerst von *Moore* an den wachsenden Spermatogonien der Selachier genauer beschrieben, in neuerer Zeit bei verschiedenen wirbellosen Thieren und bei Pflanzen während der Reifung der Geschlechtszellen von anderen Beobachtern gesehen und als eine für die Reduktion des Chromatins wichtiges Stadium betrachtet wurde. Dem Stadium der Synapsis folgt die Bildung eines dicken, einheitlichen, rosenkranzförmigen Chromatinfadens, der nur stellenweise gespalten zu sein scheint (*N. pachytènes*). Hierauf zerfällt der Chromatinfaden in quere Stücke, die doppelt erscheinen; oft in Form von Ringen oder achterförmigen Figuren (*N. diplotènes*). Schliesslich stellt sich aber wieder eine Netzstruktur des Kernes her (*N. dictyés*). Die Darstellung stimmt mit der oben von der Katze gegebenen im Wesentlichen überein.

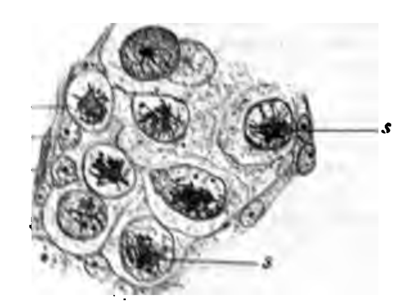


Fig. 1224.

Mehreiige Follikel sind bei Säugethieren und beim Menschen öfter beobachtet (*Klebs, Pflüger, Quincke, Koelliker* u. A.). Sie erklären sich, wie *Schottländer* ausführlich darlegte (in Arch. f. mikr. Anat. 41. Bd.) und auch *P. et M. Bouin*, sowie *Honoré* finden, durch eine nicht vollständige Sonderung der einzelnen Eier eines Eiballens bei Embryonen und Kindern und Umschliessung mehrerer Eier von einer gemeinsamen Follikelwand. Schwieriger sind die **mehrkernigen Eier** zu erklären, die *Stoeckel* (in Arch. f. mikr. Anat. 53. Bd.) bei einer Erwachsenen, bei welcher er zahlreiche Eizellen mit zwei, selbst drei und vier Keimbläschen fand, aus direkter Kernzerschnürung, wie auch *Falcone* (in Monit. zool. ital. Suppl. 1899) ableiten wollte, während *H. Rabl* (l. c.), sowie *S. v. Schumacher* und *C. Schwarz* (in Anat. Anz. 18. Bd. S. 1), welche ähnliche Befunde machten, dieselben in annehmbarer Weise durch Verschmelzen ursprünglich getrennter Eizellen sich entstanden denken, was nur ein weiterer Schritt in der Bildung jener Art mehreiiger Follikel wäre, welche durch Schwinden der Scheidewand ursprünglich getrennter Follikel zu Stande kommt. Es wäre aber auch denkbar, dass mehrkernige Eier aus Oogonien hervorgehen, deren Kerne sich mitotisch getheilt haben, ohne dass eine Zelltheilung nachfolgte, wie dies bei Spermatogonien abnormer Weise vorkommt. Auch Eier mit drei Keimbläschen lassen sich möglicher Weise durch eine dreipolige Mitose erklären. [illegible] mehreren Keimbläschen dadurch erklären, dass normaler Weise das Ei durch Verschmelzung von zwei oder mehreren Zellen entstehe, von welchen in der Regel nur ein Kern übrig bleibe, ausnahmsweise aber auch zwei oder mehrere. Ein Vorgang besonderer Art, welcher jedoch mit der Neubildung von Eiern und Follikeln [illegible] ist die Theilung oder Fragmentirung von reifen Eiern [illegible] nach Ausstossung der Richtungskörperchen [illegible] beschrieben wurde. Es ist dies eine unregelmässige Zerklüftung [illegible] welche jedoch bald [illegible] Vorgang [illegible]

[illegible]

Fig. 1225. [illegible]

§ 305.

Gelbe Körper, Untergang der Eier und Follikel (Follikelatresie), seniler Eierstock.

Wie bereits (S. 534) erwähnt wurde, folgt dem normalen Follikelsprunge die Umbildung des Follikels in einen gelben Körper, *Corpus luteum* (*Malpighi*). Zu einer Zeit, in welcher das Ei der Säugethiere noch nicht bekannt war und die gelben Körper für Drüsen gehalten wurden, welche den Bildungsstoff für den Embryo absondern sollten, unterschied man die gelben Körper, welche gleichzeitig mit der Entwickelung eines befruchteten Eies während der Schwangerschaft zur Ausbildung kommen, als wahre gelbe Körper (*Corpora lutea vera*) von den falschen gelben Körpern (*Corpora lutea spuria*), welche bei nicht schwangeren Individuen gefunden wurden. Diese Unterscheidung von wahren und falschen gelben Körpern hat sich bis heute erhalten, obwohl kein Zweifel mehr darüber bestehen kann, dass jedem Follikelsprunge die Ausbildung eines gelben Körpers folgt, gleichgültig, ob das Ei befruchtet wird, oder unbefruchtet zu Grunde geht. Dass trotzdem die alte Unterscheidung festgehalten wird, ist in dem Umstande begründet, dass die gelben Körper, welche sich während einer Schwangerschaft ausbilden, von längerer Dauer und in der Regel zur Zeit ihrer vollen Entwickelung weit grösser sind, als jene, die bei jeder normalen Menstruation sich bilden. Man kann erstere als gelbe Körper der Schwangerschaft (*Corpora lutea graviditatis*) von letzteren als gelben Körpern der Menstruation (*Corpora lutea menstruationis*) unterscheiden, da die alte Namengebung dadurch zweideutig geworden ist, dass von *Beigel* und *Paladino* als falsche gelbe Körper Bildungen bezeichnet wurden, welche aus nicht geplatzten, grösseren Follikeln. durch Atresie derselben, hervorgehen. Ein prinzipieller Unterschied zwischen gelben Körpern der Schwangerschaft und der Menstruation ist, wie gesagt, nicht vorhanden und bei kleinen Thieren, wie bei der Maus, lässt sich nach *Sobotta* auch in Dauer und Grösse der gelben Körper keine Verschiedenheit bemerken, mag das zugehörige Ei des geplatzten Follikels befruchtet worden sein oder nicht.





Fig. 1225.

Die gelben Körper des Menschen sind rundliche oder länglich runde, ziemlich feste Gebilde, erreichen einen Durchmesser von 15—20, ja selbst 30 mm und stehen in vollster Vegetation etwa im Anfange der dritten Woche nach der Menstruation und falls Schwangerschaft eintritt, noch in der Mitte derselben. Die Rückbildung erfolgt an menstrualen gelben Körpern ziemlich rasch, oft noch vor Eintritt einer neuen Menstruation, bei Schwangeren viel langsamer, indem

Fig. 1225. Zwei gelbe Körper in natürlicher Grösse im Durchschnitte. 1. Acht Tage nach der Empfängniss. 2. Aus dem fünften Monat der Schwangerschaft. *a Albuginea*; *b Stroma ovarii*; *c* Luteinzellenschicht; *d* blutiger Inhalt; *e* Bindegewebskern; *f* äussere Faserhaut.

die gelben Körper zur Zeit der Geburt noch als 5—10 mm grosse Gebilde erkannt werden können.

Was den Bau anlangt, so findet man zur Zeit der vollen Ausbildung im Innern einen Kern (Fig. 1226, *K*) aus gallertigem, embryonalem Bindegewebe mit ästigen, anastomosirenden Zellen und dazwischen liegender heller Grundsubstanz mit spärlichen Bindegewebsfibrillen und Blutgefässen und in wechselnder Menge: Fibrin, hyaline Massen, degenerirte Zellen, Leukocyten, eventuell

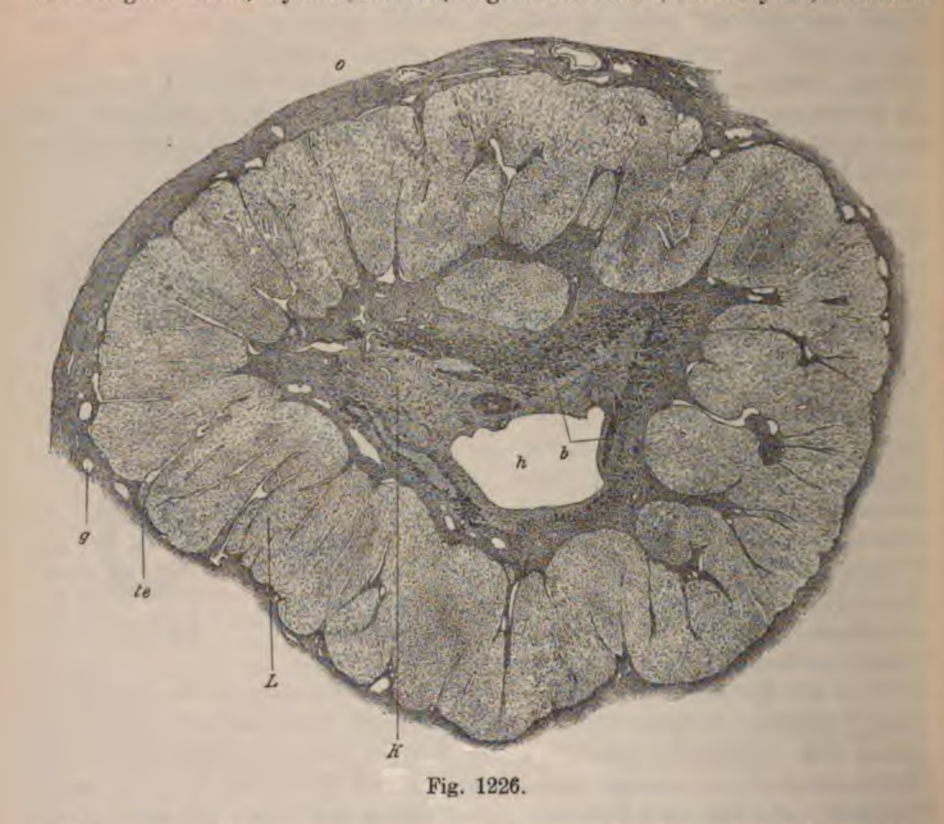


Fig. 1226.

auch Pigment. Nach aussen von diesem Kerne folgt dann eine dicke Schicht eines eigenthümlichen Gewebes, dessen Zellen die Träger des gelben Farbstoffes, des Luteins, sind. Es bildet die Hauptmasse des gelben Körpers und kann als Luteinzellenschicht (*L*) bezeichnet werden. Das Gewebe (Fig. 1227) besteht vorwiegend aus polygonalen, 22—45 μ grossen, plasmareichen Zellen mit rundlichen oder ellipsoidischen Kernen und gut ausgebildetem Kerngerüste. Das Zellplasma ist durch und durch von feinen, kugeligen Körnchen durchsetzt,

Fig. 1226. Schnitt durch den gelben Körper vom Eierstocke einer im 5. Mondmonate der Schwangerschaft verstorbenen Frau. *Zenker*'s Fl. Hämatoxylin. Vergr. 10. *K* Bindegewebiger Kern; *L* Luteinzellenschicht; *O* Oberfläche des Ovariums; *b* Reste von Blutextravasat und hyalinen Massen (dunkel); *g* Blutgefässe (alle leer gelassenen Räume mit Ausnahme des centralen Hohlraumes); *h* Rest des Hohlraumes; *te Tunica externa folliculi.*

welche die frischen Zellen sehr undurchsichtig und in dickeren Schichten gelb gefärbt erscheinen lassen. Die Körnchen sind in Alkohol und Aether löslich, färben sich mit Osmium schwarz, schwimmen isolirt oben auf und sind daher Fettkörnchen, die zugleich den gelben Farbstoff, das Lutein, enthalten, welches letztere vielleicht auch diffus im Plasma sich findet. Wegen dieser Eigenschaften verdienen die Zellen den Namen Luteinzellen. In den Luteinzellen des Igels fanden in neuester Zeit *Regaud* und *Policard* eigenthümliche Fadenbildungen. Die Luteinzellen sind anscheinend, wie Drüsen- oder Epithelzellen, dicht aneinander gedrängt; eine genauere Untersuchung ergiebt jedoch, dass sie in einem sehr zarten Bindegewebsgerüst, das auch zahlreiche Bindegewebszellen und Blutgefässe enthält, eingelagert sind (Fig. 1227, *k* und *g*). Die Blutgefässe kommen von der *Theca folliculi*, von welcher am gelben Körper nur mehr die *Tunica*

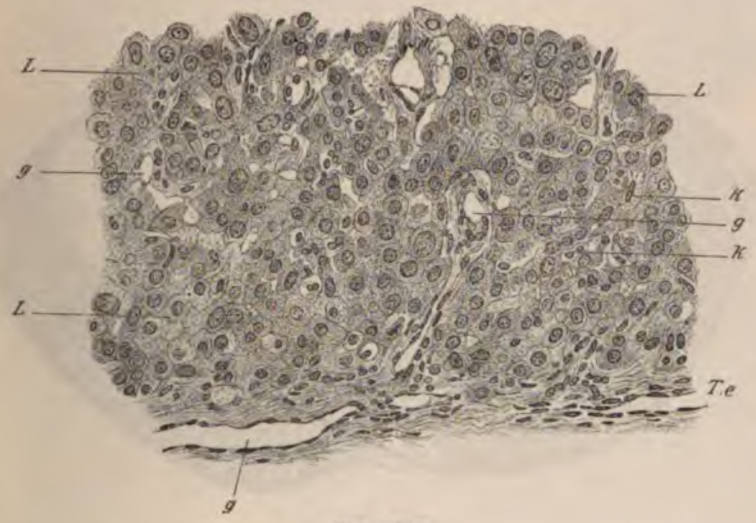


Fig. 1227.

externa deutlich erkennbar ist und von welcher zahlreiche bindegewebige Balken und Blätter in das Innere der Luteinzellenschicht als Träger der stärkeren Blutgefässe eindringen und die vielfach gefaltete Grenzlinie zwischen äusserer Follikelwand und Luteinzellenschicht bedingen (Fig. 1226). Aber auch die Innenfläche der Luteinzellenschicht gegen den Kern, ist keineswegs glatt, sondern ebenfalls an zahlreichen Stellen, an welchen Gefässe aus der Luteinzellenschicht in den Kern übertreten mit Buchten und Gruben versehen, wie gelappt.

Die Entwickelung der gelben Körper beim Menschen ist nur sehr unvollständig bekannt und es wird bezüglich des wesentlichen Gewebes, der Luteinzellenschicht, noch heute darüber gestritten, ob dieselbe, wie *Bischoff, Schrön, Pflüger* u. A. annahmen, aus dem *Stratum granulosum* oder, wie *v. Baer, Koelliker, His, Spiegelberg, Paladino* und viele neuere Autoren glauben,

Fig. 1227. Detail aus dem in Fig. 1226 abgebildeten gelben Körper. Vergr. 140. *K* Kerne der Bindegewebszellen des *Reticulum* in Längs- und Querschnitten; *L* Luteinzellen; *T.e Tunica externa folliculi*; *g* Blutgefässe.

aus der *Tunica interna folliculi* hervorgehen oder endlich aus beiden Bestandtheilen, wie *Waldeyer* zuerst vertheidigte, welcher den gelben Körper aus einer Durchwachsung von Epithelzellen durch Bindegewebe ableitete. Eine genaue, einwandfreie Darstellung der Entwickelung des *Corpus luteum* hat zuerst *Sobotta* von der Maus gegeben, indem er die Stadien der Umbildung des geplatzten Follikels in der Weise an gut fixirtem Material untersuchte, dass er sich über die seit dem Follikelsprunge verflossene Zeit durch die Beobachtung der Zeit der Begattung und die Untersuchung des Zustandes der zugehörigen Eier sicher stellte und damit zum ersten Male eine Entwicklungsreihe von gelben Körpern beschrieb, welche von dem Verdachte frei ist, dass die als aufeinander folgende Stadien beschriebenen Bilder chronologisch sich nicht folgen und möglicherweise



Fig. 1228.

gar nicht in den Entwicklungskreis eines gelben Körpers gehören, sondern durch Atresie zu Grunde gehende Follikel betreffen. Die Präparate *Sobotta's*, welche ich selbst zu sehen Gelegenheit hatte, ergeben zweifellos, dass bei der Maus jedenfalls die überwiegende Mehrzahl der Luteinzellen direkt aus den Zellen des *Stratum granulosum* hervorgeht. Unmittelbar nach dem Follikelsprunge (Fig. 1228, *B*) erscheint der Follikel zusammengefallen, das Ei sammt den dasselbe umhüllenden Zellen entleert, das Follikelepithel im Uebrigen vollständig normal und der zellenreichen *Tunica interna* dicht anliegend. Im Hohlraume des entleerten Follikels befindet sich etwas Flüssigkeit (Rest des Liquor); ein grösserer Bluterguss fehlt in der Regel. In den nächsten Stunden (Fig. 1229, *A*) verschliesst sich gewöhnlich die Risstelle, der Follikel nimmt wieder eine mehr rundliche Form an und erscheint merklich grösser. Dies beruht theils auf neuer-

Fig. 1228. *A* Sprungreifer, *B* eben geplatzter Follikel von der Maus, nach *Sobotta*. Vergr. 100. *K* Keimepithel; *e* Ei mit *Zona radiata* und Zellen des *Cumulus* umgeben; *fe* Follikelepithel; *g* Blutgefäss; *te Tunica externa* —; *ti Tunica interna folliculi*.

licher Ansammlung von Flüssigkeit nach Verschluss des Risses, wesentlich aber auf einer beträchtlichen Verdickung des ganzen Follikelepithels. Noch vor dem Follikelsprunge und unmittelbar nach demselben finden sich mitotische Theilungen in den Epithelzellen, dieselben hören jedoch bald auf. Es erfolgt aber dann eine auffallende, messbare Vergrösserung (Hypertrophie) der einzelnen Epithelzellen, welche im Laufe des dritten Tages ihr Maximum erreicht hat, indem die Zellen an Durchmesser um mehr als das Doppelte, an Volumen um ungefähr das Zehnfache zugenommen haben, während gleichzeitig Fett und Lutein in den Zellen erscheint. Gleichzeitig mit dieser Umbildung des Follikelepithels vollziehen sich auch wichtige Veränderungen in der *Tunica interna* des Follikels. Die grossen, plasmareichen Zellen derselben zeigen da und dort mitotische Theilungen und werden dadurch in kleinere Elemente umgewandelt, welche als spindelförmige Bindegewebszellen zwischen die Epithelzellen einwachsen und das Bindegewebsgerüst der Luteinzellenschicht ausbilden. Schon

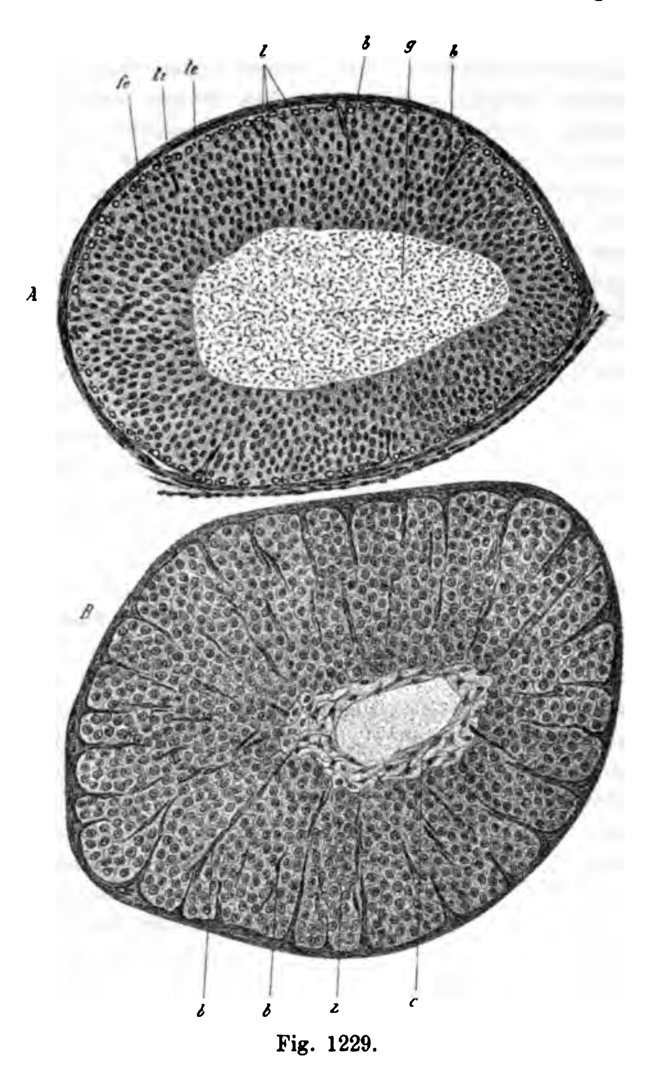


Fig. 1229.

5—7 Stunden nach dem Follikelsprunge sieht man radiär gerichtete Züge von Bindegewebszellen aus der *Tunica interna* zwischen die Epithelzellen eindringen. Bald folgen diesen Zügen von Bindegewebszellen, welchen sich auch Leukocyten

Fig. 1229. *A Corpus luteum* 5—7 Stunden alt, *B* 50 Stunden alt, von der Maus, nach *Sobotta*. Vergr. 100. *b* Bindegewebsfortsätze der *Tunica interna*; *g* Gerinnsel des *Liquor*; *fe* Follikelepithel; *l* Leukocyten; *te Tunica externa folliculi*; *ti Tunica interna*; ferner in *B*: *c* centraler Bindegewebskern; *z* vergrösserte Zellen des Follikelepitheles (Luteinzellen).

anschliessen, auswachsende, dünnwandige Blutgefässe und nach 50 Stunden (Fig. 1229, *B*) ist bereits die Epithelschicht überall von Bindegewebe und Blutgefässen durchwachsen und das Bindegewebe sogar in den noch offenen Hohlraum vorgedrungen, um dort den von Luteinzellen freien Bindegewebskern herzustellen. Durch diese Wachsthumsvorgänge wird das Follikelepithel schliesslich durch stärkere, gefässführende Bindegewebszüge in die bereits vom ausgebildeten gelben Körper des Menschen erwähnten Abtheilungen gesondert, welche der Luteinzellenschicht den vielfach gebuchteten Contour verleihen (Fig. 1229, *B*). Mit der Ausbildung des gelben Körpers, welche bereits nach Ablauf der Furchung der zugehörigen Eier erreicht ist, hat auch die innere Thecaschicht sich in das Bindegewebsgerüst der Luteinzellenschicht und des Bindegewebskernes umgewandelt und besteht als solche nicht mehr. Dagegen betheiligt sich die äussere Follikelhaut an der Bildung des gelben Körpers nicht wesentlich und zeigt in der Hauptsache noch dasselbe Verhalten wie am sprungreifen Follikel. Nicht regelmässig, doch in etwa $^1/_3$ der Fälle fand *Sobotta* stärkere Blutungen in den geplatzten Follikeln, während geringe Blutungen fast immer auftraten. Das Blut erleidet die gewöhnlichen Veränderungen der Extravasate. Mit völliger Ausbildung übertrifft der gelbe Körper den ursprünglichen Follikel um ein mehrfaches an Umfang. Bei der Maus sollen nach *Sobotta* die gelben Körper nicht zu Grunde gehen, sondern — unter gleichzeitiger Fetteinlagerung in die Luteinzellen — bestehen bleiben, während beim Kaninchen die Luteinzellen unter Verfettung zu Grunde gehen. Auffallend ist jedenfalls, dass solche Bilder, wie sie beim Menschen und grösseren Säugethieren als Untergangsformen der gelben Körper (*Corpora fibrosa*) bekannt sind, bei den Mäusen nicht vorkommen, während der grösste Theil des Ovarium aus gelben Körpern mit fetthaltigen Luteinzellen und aus Strängen und Haufen von Zellen besteht, welche wahrscheinlich von Zellen der inneren Thecaschicht degenerirender Follikel (Kornzellen *His*, interstitielle Zellen) abstammen, im Vergleiche zu welchen Gewebebestandtheilen das typische Rindenstroma des Ovariums sehr spärlich ist. Dieses eigenthümliche Verhalten der gelben Körper und des ganzen Eierstockes der Maus lässt es, im Zusammenhalte mit gewissen anderen Erscheinungen, welche am Eierstocke des Menschen und von Thieren mit langer Tragezeit vorkommen, fraglich erscheinen, ob, wie *Sobotta* als selbstverständlich annimmt, die Bildung der gelben Körper bei allen Säugethieren in derselben Weise verläuft, wie bei der Maus. Zu Gunsten der Annahme *Sobotta's* spricht der Umstand, dass eine Reihe von späteren Untersuchern, welche bei der Auswahl ihres Materiales dieselbe Kontrole über die Reihenfolge der Entwicklungsstadien übten wie *Sobotta*, im Wesentlichen zu demselben Resultate kamen. So *Stratz* bei *Tupaja javanica*, *Sorex* (Insektenfresser) und *Tarsius spectrum* (Halbaffe), *van Beneden* und *Honoré* beim Kaninchen (wie vorher *Sobotta* selbst), *Bonnet* (citirt von *Sobotta* in Ergebnisse der Anat. etc. 8. Bd. S. 645) beim Hunde, *O. van der Stricht* bei der Fledermaus (*V. noctula*), allerdings mit dem Bemerken, dass hier auch die *Theca interna* Luteinzellen bilde (in Annales de la Société de Médecine de Gand 1901). Gegenüber diesen an Säugethieren verschiedener Ordnungen gemachten Befunden müssen die Angaben von *J. G. Clark* über die Bildung der *Corpora lutea* des Schweines und des Menschen und die von *Nagel* und *Bühler* über jene des Menschen, welchen

zufolge das Follikelepithel zu Grunde gehen und die Luteinzellenschicht ausschliesslich aus der Theca hervorgehen soll, deswegen weniger ins Gewicht fallen, weil diesen Untersuchern ein zur Entscheidung der Frage geeignetes Material, insbesondere zweifellos frühe Stadien, aus den ersten Stunden und Tagen nach dem Follikelsprung, nicht zu Gebote standen. *H. Rabl*, welcher die Bildung der *Corpora lutea* beim Menschen untersuchte, konnte in der Streitfrage auf Grund der eigenen Befunde keine bestimmte Stellung nehmen, da er entscheidende frühe Stadien der Entwickelung ebensowenig als seine Vorgänger erhalten konnte. An allen untersuchten gelben Körpern war die Luteinzellenschicht bereits typisch ausgebildet und an ihrer Innenseite bereits ein Theil des centralen Bindegewebskernes angelegt. *H. Rabl* nimmt, da für eine andere Entstehung der Luteinzellenschicht an solchen Stadien nichts zu entnehmen ist, die gleiche Entwicklung für die gelben Körper des Menschen, wie bei den genannten Thieren, an. Der jüngste gelbe Körper der Schwangerschaft, den *Rabl* untersuchte, gehörte zu dem jüngsten bisher bekannten, von *H. Peters* (Ueber die Einbettung d. menschl. Eies. Leipzig und Wien 1899) beschriebenen Entwickelungsstadium eines menschlichen Eies im Uterus. Die seit dem Follikelsprunge verflossene Zeit kann auf zehn Tage geschätzt werden. Der gelbe Körper besass, wie alle Frühstadien, einen grossen Hohlraum mit theilweise blutigem Inhalte, welcher zunächst von einem zarten Häutchen, der Anlage des Bindegewebskernes, begrenzt ist. Derselbe besteht nur aus anastomosirenden ästigen Bindegewebszellen und spärlichen Leukocyten. Die mächtig entwickelte Luteinzellenschicht zeigt bereits den früher geschilderten typischen Bau. Die Luteinzellen sind 20—26 μ gross, scheinen aber später noch weiter zu wachsen, da an einem gelben Körper, der zu einem fünf Wochen alten Embryo gehörte, dieselben 50—60 μ erreichten. Bemerkenswerth ist der Befund *H. Rabl's*, dass an der Grenze der Luteinzellenschicht gegen die Theca streckenweise noch Lager von Zellen der *Tunica interna* erhalten sind, die sich im Allgemeinen durch ihre Grösse und ihr helleres Aussehen von den Luteinzellen gut unterscheiden lassen, stellenweise aber unmerklich in dieselben übergehen, woraus zu schliessen ist, dass beim Menschen die Luteinzellen noch nachträglich einen Zuwachs aus der noch nicht völlig aufgebrauchten *Tunica interna* der Follikelwand erhalten und demnach nicht ausschliesslich epithelialen Ursprungs sind. Doch hat *Honoré* auch beim Kaninchen noch in Spätstadien (6—11 Tage nach dem Follikelsprunge) stellenweise unverbrauchte Haufen von grossen Zellen der *Tunica interna* gefunden; er stellt aber eine Umwandlung derselben in Luteinzellen bestimmt in Abrede.

In den späteren Stadien der Bildung zeigen die Luteinzellen beim Menschen statt der feinen, gelb gefärbten Körnchen grössere Fettropfen und in Eosin färbbare Körnchen, welche letztere vereinzelt schon früh auftreten und damit leitet sich die Rückbildung der Luteinzellen unter Entfärbung derselben ein. Der Bindegewebskern füllt allmählich die Höhle aus, der Blutfarbstoff wird nach Lösung der Blutkörperchen resorbirt, ebenso das allenfalls ausgeschiedene Fibrin. Das unterdessen von Gefässen durchwachsene gallertige Bindegewebe entwickelt nun reichlichere Fibrillen, während gleichzeitig in der Luteinzellenschicht die Zellen resorbirt werden und die Gefässe grossentheils zu Grunde gehen. In dem Maasse als dies geschieht, rückt das umgebende Eierstocksgewebe an die Stelle und schliesslich bleibt als Rest des *Corpus luteum* nur mehr ein aus dem

centralen Bindegewebskern hervorgegangener, kleiner, vorzüglich aus wirren Bindegewebsfäserchen und spärlichen Zellen bestehender, unregelmässig zusammengepresster Körper übrig, welchen *H. Rabl* als *Corpus fibrosum simplex* bezeichnet Nicht in allen Fällen vollzieht sich die Rückbildung so einfach. Manchmal rückt das umgebende Eierstockstroma nicht rasch vor und aus der Luteinzellenschicht verschwinden die Luteinzellen, während das Bindegewebsgerüst derselben sich zu einem radiärfaserigen, vielfach gefalteten, weisslichen, in späteren Stadien glasartig aussehenden Gewebe entwickelt, welches den centralen Körper umschliesst. Solche Formen stellen die altbekannten *Corpora fibrosa albicantia* als letzte Reste der gelben Körper dar. Komplizirt wird



Fig. 1230.

die Rückbildung durch die Ablagerung von gelbem oder braunem, körnigem, eisenhaltigem Pigment, das gewöhnlich als rein aus dem Blute stammend (hämatogen) betrachtet wird, nach *H. Rabl* aber wohl auch, wenigstens zum Theile, aus dem Lutein hervorgeht. Bisweilen werden in sich rückbildenden gelben Körpern nach stärkeren Blutergüssen auch Hämatoidinkrystalle (*Virchow*) gefunden. Stark pigmenthaltige *Corpora fibrosa* — wahrscheinlich aus gelben Körpern, in welchen ein grösserer Bluterguss vorhanden war, entstanden — wurden wegen ihrer dunklen Farbe als *Corpora nigra* bezeichnet. Die physiologische Bedeutung der gelben Körper soll nach *Born* darin liegen, dass sie durch Aus-

Fig. 1230. Querschnitt durch den Eierstock einer jungen Frau. Alkohol. Hämatoxylin. Eosin. Vergr. 10. *f* Mittlerer Follikel mit Ei und Granulosa, letztere von der Theca etwas abgehoben; *g* menstrualer gelber Körper; *h Hilus ovarii*; *m* Marksubstanz mit vielen Gefässdurchschnitten; *n* Narbe eines gelben Körpers (*Corpus albicans*); *r* Rinde; *v* grubige Vertiefung in derselben.

scheidung von Stoffen in den Blutkreislauf die Befestigung des Eies im Uterus veranlassen (*Fraenkel* u. *Cohn* in Anat. Anz. 20. Bd., S. 294).

Die Frage der Bildung und Rückbildung der gelben Körper würde einer richtigen Erkenntniss nicht so grosse Schwierigkeiten bereiten, wenn nicht die zuerst von *Reinhardt, Grohe* und *Slaviansky* genauer untersuchten, bei der Degeneration der Follikel auftretenden Erscheinungen, namentlich in ihren Früh- und Spätstadien bei grossen Follikeln, leicht zu Verwechslungen mit Entwicklungs- und Rückbildungsformen gelber Körper Anlass geben würden. Es soll daher im Anschlusse an die Besprechung der letzteren zunächst die Degeneration und der Untergang der Follikel besprochen werden. Degenerationsvorgänge, welche zur Atresie und zum Untergange von Follikeln in jedem Stadium der Entwicklung derselben führen, finden sich nicht nur regelmässig bei Kindern und geschlechtsreifen Frauen, sondern auch, soweit bekannt, bei allen Säugethieren und es muss daher der Untergang von Follikeln als ein physiologischer Vorgang, der zu den normalen Lebenserscheinungen gehört, betrachtet werden.



Fig. 1231.

Fig. 1231. Von einem Schnitte durch das Ovarium eines 14jährigen Mädchens. *Zenker*'s Fl. Hämatox. Eosin. Vergr. 140. Atretischer Follikel: *d* degenerirte Epithelzellen; *e* Follikelepithelzellen noch der Theca aufsitzend; *g* Glashaut; *i* Bindegewebe; *l* Leukocyten im Ei; *n* Leukocyt in der Zona *z*, sogenannte Nagelzelle; *o* degenerirtes Ei mit degenerirtem Keimbläschen; *t Theca folliculi*.

Die Atresie der grossen Follikel beginnt beim Menschen und bei den meisten Säugethieren mit dem Untergange des *Stratum granulosum* sammt Eihügel und Ei. In der Regel zeigen zuerst die Kerne der, der Follikelhöhle zunächst liegenden Epithelzellen die Erscheinungen der Chromatolyse im Sinne *Flemming*'s, d. h. das Chromatin ballt sich an der Kernoberfläche zu groben Körnern und Klumpen, die theilweise aus dem Kern austreten. Die Kerne werden dann homogen und unfärbbar, während in der Regel gleichzeitig die Zellkörper verfetten und schliesslich sammt den Kernen sich auflösen. Der Prozess ergreift allmählich das ganze *Stratum granulosum*, meist spät die das Ei unmittelbar umgebenden Zellen. Schliesslich wird auch das Ei, nachdem

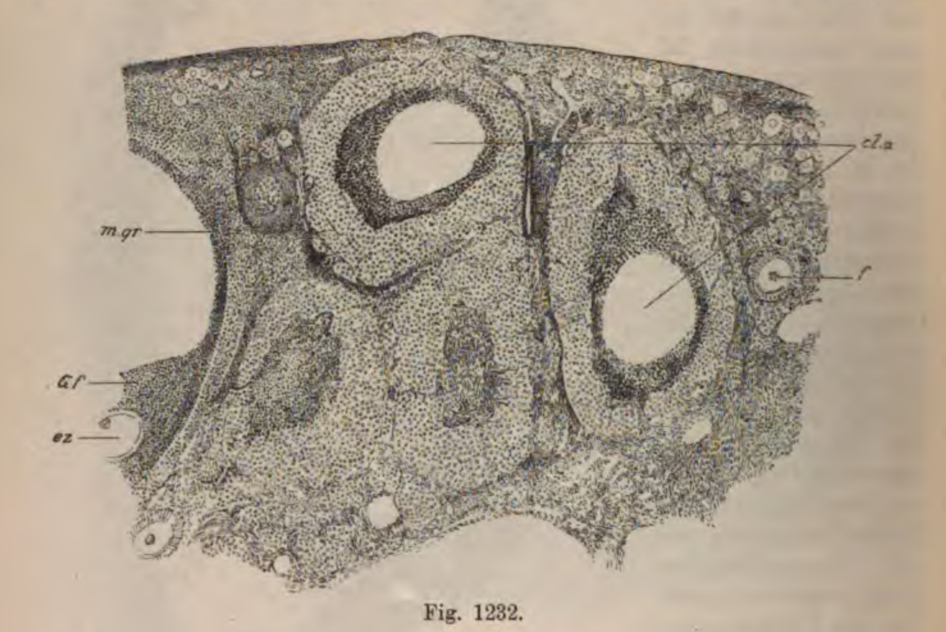


Fig. 1232.

dasselbe in grossen Follikeln oft noch vorher Reifetheilungen zeigte (S. 539), von der Degeneration befallen, wobei die Zona sich zwar verdünnt und nach aussen und innen gebuchtete Kontouren zeigt (*Schottländer*), aber am längsten Widerstand leistet. Mit der Degeneration der Granulosa verändert sich auch der *Liquor folliculi* und wird namentlich für Saffranin und Hämatoxylin (letzteres besonders an Formalinpräparaten) stärker färbbar. Mit der Zerstörung der Granulosa treten auch Wanderzellen auf, welche die Reste zerfallender Granulosazellen aufnehmen, auch die Zona des Eies durchsetzen und oft in grosser Zahl in die Eihöhle eindringen (Fig. 1231, *l*). Zellen, welche die Zona durchbohren, wurden öfter, zuerst von *Pflüger*, beobachtet und als Granulosazellen

Fig. 1232. Schnitt vom Eierstocke einer Katze. Schwache Vergr. Aus *Koelliker*'s Erinnerungen. Oben Keimepithel und Rindenzone. *c.l.a Corpora lutea atretica* mit verfettetem Epithel und Hohlraum, darunter links ebensolche seitlich angeschnitten. Alle vier *Corpora atretica* mit stark verdickter innerer Schicht der Theca. *Gf Graaf*'scher Follikel; *ez* Eizelle; *m.gr Stratum granulosum*; *f* kleiner Follikel mit Ei.

betrachtet. *Lindgren* schrieb denselben eine Bedeutung für die Embryonalentwickelung zu, während sie *Wagener* mit Degeneration des Eies in Beziehung brachte. Wie *H. Rabl* fand, treten Zellen im Innern des Eies beim Menschen erst dann auf, wenn die Epithelzellen schon degenerirt sind und das Ei nackt in der Follikelhöhle liegt. Sie sind daher hier sicher Wanderzellen. Gleichzeitig mit dem Zugrundegehen der Granulosa beginnen die Veränderungen in der Theca, welche schliesslich zum Verschlusse der Follikelhöhle führen. Diese Vorgänge zeigen viele Variationen, doch findet sich im Verlaufe der Atresie bei Thieren (Maus, Ratte, Kaninchen, Meerschweinchen, Katze, Marder) in der Regel,

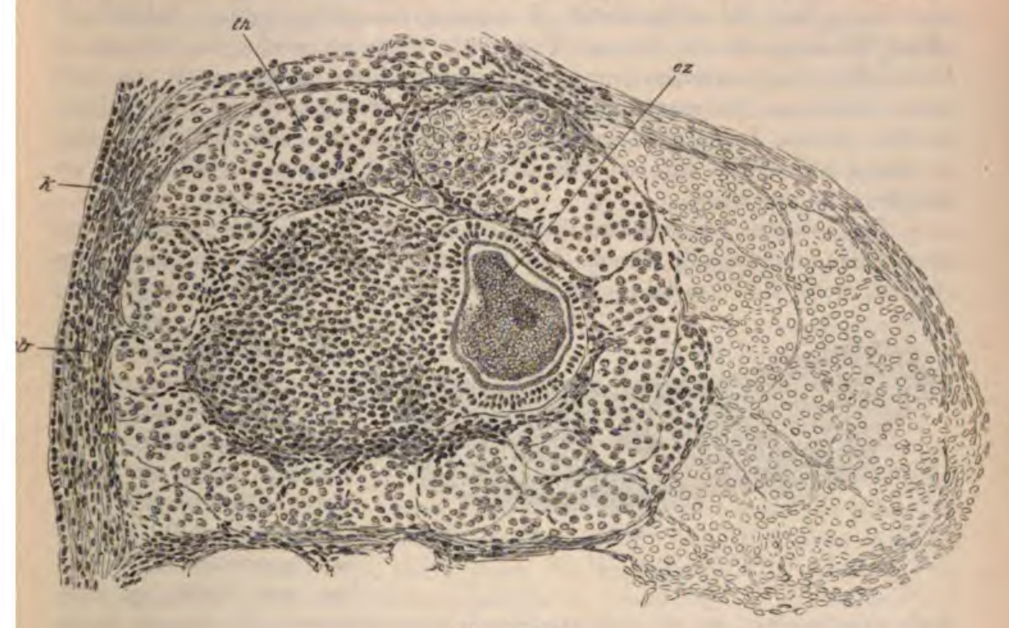


Fig. 1233.

nur ausnahmsweise aber beim Menschen, eine starke Verdickung der *Tunica interna*, indem die Zellen derselben bedeutend an Umfang zunehmen, deutlich polygonale Formen annehmen, sich mit Fettkörnchen erfüllen und auch eine gelbliche Färbung zeigen, während zugleich das zwischen den Zellen liegende Bindegewebsgerüst in der Weise sich weiter bildet, dass zahlreiche stärkere Bindegewebsstränge und Blätter, welche Blutgefässe führen und überall mit der äusseren Thecaschicht zusammenhängen, die in einem zarten Bindegewebsgerüste liegenden grossen Zellen in läppchenartige Gruppen theilweise sondern. Dadurch entsteht ein Bild, welches mit der Luteinzellenschicht eines echten gelben Körpers mehr weniger Aehnlichkeit hat und daher begreiflicherweise öfter Anlass zu Verwechslungen mit einer solchen gegeben hat. Wegen dieser Aehnlichkeit hat *Koelliker*

Fig. 1233. Schnitt durch einen Theil des Ovarium vom Marder. Aus *Koelliker*'s Erinnerungen. *K* Keimepithel; *ez* degenerirte Eizelle, von Follikelepithel (dunkel) umgeben; *str Stroma ovarii*; *th* hypertrophische Thecazellen der *Tunica interna*. Rechts: Nester verfetteter interstitieller Zellen.

(1898) solche Follikel, welche namentlich bei Raubthieren in schönster Entwickelung oft massenhaft vorkommen (Fig. 1232 und 1233) als *Corpora lutea atretica* bezeichnet. *Koelliker* erwähnt diese Form von Atresie beim Menschen schon 1867 (in der 5. Aufl. d. Handb. S. 548). Beim Menschen vergrössern sich jedoch die Zellen der *Tunica interna* in der Regel unbedeutend und nur ausnahmsweise fand *H. Rabl* im menschlichen Ovarium ähnliche Bilder, wie sie Fig. 1232 von der Katze wiedergiebt. Wie beim Menschen verhält sich auch das Ovarium des Affen (*Macacus rhesus*) und das des Rehes. In späteren Stadien, nachdem das Follikelepithel bereits zu Grunde gegangen, findet man nach Innen von der zellenreichen *T. interna* eine helle hyaline, vielfach gefaltete Membran, die Glashaut (Fig. 1231, 1234, *g*), welche eine bedeutende Dicke (20—30 μ) erreichen kann, jedoch nicht ringsum geschlossen ist und nach innen von dieser, den ursprünglichen Follikelraum erfüllend, ein gallertiges Bindegewebe, welches dem Kerne eines echten gelben Körpers sehr ähnlich ist, aber an irgend einer Stelle das, um diese Zeit wenigstens, durch seine Zona noch erkennbare Ei umschliesst.

Im weiteren Verlaufe der Rückbildung wird der Follikel durch das von allen Seiten andrängende Stroma des Eierstockes mehr und mehr zusammengepresst, wobei die Thecazellen sich entweder wieder zurückbilden oder bei Thieren, welche stark gewucherte Thecazellen besitzen, in Stränge zersprengt werden, die nun im Eierstockstroma als Züge und Nester interstitieller Zellen oft Marksträngen ähnlich sehen. Die Glashaut erscheint in vielfach gewundene Falten gelegt und häufig an jener Stelle unterbrochen, wo oft noch um diese Zeit das degenerirte Ei oder nur die gefaltete Zona desselben sich befindet. Die inneren Flächen der vielfach gebuchteten Glashaut haben sich dabei so genähert, dass der centrale Bindegewebskern fast vollständig verschwunden ist. Atretische Follikel dieses Stadiums (Fig. 1234) haben, abgesehen von dem geringeren Umfange, einige Aehnlichkeit mit den aus echten *Corpora lutea* hervorgegangenen *Corpora fibrosa*; nur ist in letzteren an Stelle der homogenen Glashaut in der Regel eine mehr faserige und noch reichlicher gefaltete Haut zu sehen. Die Glashaut der degenerirten Follikel hat den längsten Bestand; man sieht wellige Reste von ihr an verschiedenen Stellen der Ovarien, ringsum von typischem Stromagewebe umgeben. Schliesslich wird auch sie von Zellen durchwachsen und verschwindet. Die Entwickelung der Glashaut der atretischen Follikel, die etwas anderes ist als die mit dem *Stratum granulosum* zu Grunde gehende Basalmembran, ist schwierig zu erklären; sie besteht aus einer Substanz, welche den bei pathologischen Degenera-



Fig. 1234.

Fig. 1234. Von einem Schnitte durch das Ovarium von *Macacus rhesus*. Pikrinsublimat. *Van Gieson*. Vergr. 112. Total atretischer Follikel. *b* Blutgefäss; *d* degenerirtes Ei noch von einer Höhle umgeben; *g* Glashaut von Zellen durchsetzt; *s* *Stroma ovarii*.

tionen von Zellen und Geweben auftretenden Hyalin in Aussehen und Reaktionen sehr gleicht. Doch hat *H. Rabl* gewichtige Gründe dafür vorgebracht, dass die Glashaut, welche innig mit der gewucherten *Tunica interna* zusammenhängt, nicht durch Degeneration von Zellen und Fasern entsteht, sondern durch Ausscheidung aus den Zellen der *Tunica interna*. Zwar findet man in der Glashaut da und dort Zellen; dieselben sind aber nicht in Degeneration, sondern treten durch die Glashaut durch und stehen in Zusammenhang mit der Bildung des Gallertgewebes im Innern des Follikels. Was die Bildung des Hyalins der Glashaut und seine Beziehung zum fibrillären Bindegewebe anlangt, so würde eine Erörterung dieser Frage von allgemein histologischer Bedeutung an dieser Stelle zu weit führen und möge in dieser Hinsicht auf die Ausführungen *H. Rabl's* (in Anat. Hefte. 11. Bd. S. 157) verwiesen sein. Auch auf eine detaillirte Darstellung der mannigfaltigen Formen der Degeneration der Eier und Follikel muss hier verzichtet und insbesondere auf die eingehenden Untersuchungen von *Paladino*, *Schottländer* und *H. Rabl* verwiesen werden, um so mehr, als die in Frage kommenden Degenerationen nicht ohne eingehende Berücksichtigung der analogen pathologischen Prozesse behandelt werden könnten und gewisse Formen der Follikelentartung, wie die cystische, entschieden pathologischer Natur sind.

Der Untergang kleiner Follikel wird vor allem an der Degeneration der Eizelle erkannt. Dies gilt besonders von den Primärfollikeln, an welchen eine eigentliche Theca noch fehlt und das Epithel nur aus einer platten Zellenlage besteht. Das Ei, noch ohne Zona, geht, wie *Paladino* nachwies, gewöhnlich durch hyaline Degeneration zu Grunde, wobei der Kern verschwindet und das ganze Ei in eine homogene, abgeplattete, oft verbogene, in Eosin ziemlich stark färbbare Masse umgewandelt wird. Gleichzeitig geht auch das Epithel zu Grunde und wird früher resorbirt, als das Ei, welches dann nackt in einem Hohlraume des Stroma liegt, ehe es selbst der Resorption verfällt. Solche Bilder, als progressive aufgefasst, stützen scheinbar die Annahme, dass es Primärfollikel ohne Epithel gebe. Follikel mit mehrschichtigem Follikelepithel, aber ohne Follikelhöhle gehen zum Theil unter denselben Erscheinungen zu Grunde, wie die grösseren Follikel, doch kommt bei solchen auch der Fall vor, dass das hyalin degenerirte und verbogene Ei noch von wenig verändertem Epithel dicht umschlossen wird, während der Follikel zugleich seine runde Form eingebüsst hat und durch das umgebende Stroma vielfach eingebuchtet, oder stellenweise wie in strangartige Fortsätze ausgezogen erscheint; Bilder, welche zu der Meinung Anlass geben können, als ob das Follikelepithel wirklich wie eine wachsende Drüse, Sprossen treibe. Da jedoch Mitosen in solchen Fortsätzen sich nicht finden, so ist eine solche Deutung wohl nicht gerechtfertigt (siehe S. 528).

Im senilen Eierstocke, nach Aufhören der menstrualen Blutungen und dem regelmässigen Platzen reifer Follikel (Klimakterium, Menopause) sind die Follikel grösstentheils verschwunden, nur wenige Primärfollikel und das noch erhaltene Keimepithel lassen die Möglichkeit neuer spärlicher Eientwickelung, welche jedoch nicht mehr zur Bildung reifer Follikel führt, vermuthen. Das *Stroma ovarii* erscheint reicher an Bindegewebsfasern, spärlicher an Zellen, daher von derbem Charakter, die Eierstocksrinde im Ganzen reduzirt und hart (sklerosirt), von hyalinen *Corpora albicantia* und Resten atretischer Follikel in Form

von Glashäuten durchsetzt. Die Gefässe, namentlich die Arterien, zeigen häufig eine hyaline Degeneration der Wandungen, doch ist dies keineswegs ein ausschliesslicher Charakter seniler Ovarien, sondern es kommt dies, wie *Paladino* und neuerdings *J. G. Clark* und *H. Rabl* finden, auch so häufig in voll funktionirenden Ovarien des geschlechtsreifen Alters vor, dass die hyaline Degeneration von Arterien als eine normale Begleiterscheinung der Rückbildung von gelben Körpern betrachtet werden darf.

Am Schlusse dieses Paragraphen mögen noch einige ergänzende Bemerkungen zu der in § 302 gegebenen allgemeinen Beschreibung des Eierstocks folgen, welche erst jetzt verstanden werden können, nachdem die Bildung und Rückbildung der Eier und Follikel besprochen worden sind.

Die gelben Körper und ihre Rückbildungsformen, sowie jene der atresirenden Follikel beherrschen in vielen Fällen das Bild, welches Durchschnitte geschlechtsreifer Eierstöcke geben, so sehr, dass dagegen die normalen, reifenden Follikel und das typische Rindenstroma fast in den Hintergrund treten. Dies gilt vor allen von den kleinen Nagethieren. Ein Eierstock der Maus bietet am Durchschnitte im Vergleiche zu einem menschlichen ein so fremdartiges Ansehen, dass man ein ganz anderes Organ vor sich zu haben glaubt. Das Bild wird hier beherrscht durch die bei älteren Thieren zahlreichen gelben Körper, welche stets in Mehrzahl vorhanden sind, ferner von zahlreichen Nestern und Strängen von interstitiellen Zellen, welche bis in die Marksubstanz und an die Epoophoronschläche (*Rete ovarii*) hineinragen und bis nahe an die Oberfläche zwischen normalen Follikeln, diese oft förmlich einschliessend, sich finden. Dazu kommen die atresirenden Follikel, aus deren gewucherter *Tunica interna* die genannten Stränge hervorgehen. Typisches Stromagewebe ist äusserst spärlich und nur in dünnen Zügen unter dem Keimepithel und zwischen den Strängen interstitieller Zellen zu finden. Auch beim Kaninchen sind ähnliche Verhältnisse. Bei den Raubthieren, insbesondere bei der Katze, ist das typische Rindenstroma reichlicher, die *Corpora lutea* finden sich nicht so regelmässig. Dagegen sind atretische Follikel mit gewucherter Theca (*Corpora lutea atretica*) und von derselben abstammende Stränge interstitieller Zellen, welche oft reichlich Fett enthalten, nach der Tiefe zu sehr zahlreich. Im menschlichen Ovarium herrscht das normale Rindenstroma vor, interstitielle Zellenhaufen fehlen in der Regel; dagegen sind die Glashäute als Reste atretischer Follikel und die voluminösen, gefalteten fibrösen Häute der *Corpora albicantia* stellenweise so zahlreich, dass das normale Stroma dagegen zurück tritt.

Die Markstränge, als welche zuerst *Koelliker* solide Zellenstränge im Marke von den hohlen, mit einschichtigem Epithel ausgekleideten Kanälen, die mit dem Nebeneierstocke zusammenhängen, unterschied, haben nach den in den vorhergehenden Paragraphen besprochenen Vorgängen eine sehr verschiedenartige Bedeutung. 1. Kommen solide Zellstränge vor, welche mit den sicher als solchen erkennbaren offenen Parovarialschläuchen beziehungsweise mit dem *Rete ovarii* im Sinne *Coert*'s zusammenhängen. Sie sind im Ganzen selten. 2. Markstränge, welche — ohne Zusammenhang mit hohlen Kanälen, sonst aber den erstgenannten gleich — im Marke und im tiefen Rindenstroma embryonaler Eierstöcke sich finden und den Samenkanälchen homolog von einer primären Einwucherung des Keimepithels sich ableiten. Sie sind als solche im ausgewachsenen Eierstocke wohl kaum mehr zu erkennen. 3. Zellenstränge und -Haufen, welche, wie die Luteinzellen der gelben Körper, in einem deutlichen gefässreichen Bindegewebsgerüste eingeschlossen (Kornzellen *His*), den Zwischenzellen des Hodens vergleichbar sind und daher auch als interstitielle Zellen (*Tourneux*) bezeichnet werden. Sie finden sich in mächtigster Ausbildung im embryonalen Eierstocke des Pferdes, wo dieselben wie die interstitiellen Hodenzellen beim Pferde, auch reichlich Pigment führen. Wie *L. Born*, *F. Tourneux* und *Koelliker* (in Verh. d. anat. Gesellsch. 1898, S. 151) beschrieben, ist der Eierstock älterer Pferdeembryonen von relativ kolossaler Grösse und zeigen Durchschnitte eine Markmasse, welche einen Durchmesser von 20—30 mm hat und fast nur aus dicht gedrängten, durch spärliches Bindegewebe und Gefässe gesonderten, 22—30 μ grossen, polygonalen, körnigen, pigmentirten Zellen besteht

(vergl. Fig. 1212 unten, S. 523). Diese Markmasse wird von einer dünnen Rindenschicht von nur 0,3—0,5 mm Dicke, der Keimplatte *Born*'s, überzogen, welche in verschiedenen Richtungen verlaufende, netzartig zusammenhängende und da und dort mit dem Keimepithel in Verbindung stehende *Pflüger*'sche Schläuche enthält, die von embryonalem Bindegewebe mit typischen Spindelzellen umhüllt sind. Im Laufe des Wachsthums verschwinden die interstitiellen Zellen mehr und mehr und bei der Stute zeigen sich nur spärliche Reste von stark pigmentirten Zellsträngen in einem Markgewebe, das hauptsächlich aus gewöhnlichem Bindegewebe besteht. Interstitielle Zellenstränge dieser Art können nun auch zu Verwechslungen mit Marksträngen Anlass geben, sowie mit den unter 4. angeführten Zellenhaufen, von welchen letzteren sie sich histologisch nicht wesentlich unterscheiden, da sie beide als eigenthümlich umgewandelte Bindegewebszellen (Stromazellen) zu betrachten sind. Von den echten Marksträngen unterscheiden sich die unter 3. und 4. angeführten Zellenhaufen durch die Einlagerung der Zellen in ein Bindegewebsgerüst, das allerdings manchmal sehr spärlich ist. 4. Zellenhaufen und -Stränge, welche bei Thieren aus der *Tunica interna folliculi* atretischer Follikel abstammen und ebenfalls als interstitielle Zellen bezeichnet werden. Sie sind beim Menschen von untergeordneter Bedeutung, können aber bei Thieren zu Verwechslungen mit den unter 1. und 2. genannten echten Marksträngen Anlass geben. 5. Zellenstränge, welche aus passiver Formveränderung atresirender Follikel hervorgehend, aus Follikelepithel bestehen und unter Umständen ebenfalls den unter 1. und 2. genannten echten Marksträngen ähnlich sind und insbesondere bei jungen Thieren zu der Täuschung Anlass geben können, als ob Markstränge Eier umwachsen oder umgekehrt, dass Epithelstränge aus Follikeln auswachsen, wie *Koelliker* vermuthete (5. Aufl. S. 558 und Fig. 1216).

Ein ausführliches Eingehen auf die noch gegenwärtig bestehenden Streitpunkte bezüglich der Entwicklung der gelben Körper beim Menschen scheint mir nicht angezeigt und es wird vielleicht noch lange dauern, bis zweifellose erste Stadien von gelben Körpern des Menschen zur genauen histologischen Untersuchung kommen. Es sei nur noch bemerkt, dass *Corpora lutea*, an welchen der beim Platzen entstandene Riss noch vorhanden ist, dadurch nicht als eben entstanden erwiesen sind, da, wie schon *v. Baer* wusste, der Riss oft lange Zeit bestehen kann.

Die Verschliessung der geplatzten Follikel bei verschiedenen Wirbelthieren: Amphibien, Fische, Vögel hat in neuerer Zeit *Erc. Giacomini* und bei Reptilien *Mingazzini* studirt und beide haben gefunden, dass das Follikelepithel erhalten bleibt und bei den Vögeln, Reptilien und Selachiern an der Bildung des bei diesen Thieren auftretenden gelben Körpers sich betheiligt. Es ist nach solchen übereinstimmenden Befunden in allen Wirbelthierklassen wohl nicht wahrscheinlich, dass die Bildung der *Corpora lutea* beim Menschen und bei grossen Säugethieren ohne Betheiligung des Follikelepithels vor sich geht.

§ 306.

Eileiter, *Tubae uterinae* (*Fallopii*).

Die Schleimhaut der Eileiter ist durch Längsfalten ausgezeichnet, welche im uterinen Theil und im Isthmus wenig zahlreich (5—15) und niedrig (Fig. 1236), in der Ampulle dagegen hoch, 15—28 an Zahl (*Ballantyne* und *Williams*), mit zahlreichen sekundären Fältchen versehen und da und dort auch durch Querfalten verbunden oder selbst mit kurzen, zottenartigen Erhebungen versehen sind. Durch dieses reiche Faltensystem zeigen die Querschnitte der Ampullen der Eileiter, ähnlich wie die Samenblasen und die Ampullen der Samenleiter, ein an Drüsen erinnerndes Ansehen, doch finden sich eigentliche Drüsen, welche von *Bowman* und *Hennig* angenommen wurden, hier ebenso wenig als in den genannten Organen (Fig. 1235). Das Epithelium ist in der Regel ein einreihiges, stellenweise mehrreihiges, flimmerndes Cylinderepithel, dessen Cilienschlag vom Tubentrichter gegen das Uterinende gerichtet ist. Die Flimmer-

bewegung ist für die Fortbewegung der Eier gegen den Uterus, wie zuerst *Joh. Müller* annahm und später *Pinner* sowie *Lode* (in Arch. f. Gynäkol. 65. Bd.) experimentell erhärteten, von wesentlicher Bedeutung. Die Flimmerzellen haben, frisch isolirt, eine Länge von 13—22 μ (*Koelliker*). An Schnitten von Sublimatpräparaten untersucht zeigt das Flimmerepithel ziemlich verwickelte Verhältnisse. An vielen Stellen, namentlich in den Ampullen, sieht man das Epithel innerhalb kurzer Strecken auffallend in der Höhe wechseln. Namentlich auf den Firsten von sekundären und tertiären Fältchen erreicht das Epithel eine Höhe bis zu 30 μ, während in den dazwischen liegenden Einbuchtungen die Höhe auf 15 ja selbst auf 8 μ herabgehen kann und im letzteren Falle mehr einem flimmernden Plattenepithel gleicht, dessen Zellen breiter als hoch und mit quer gestellten Kernen versehen sind. Wo dieser Wechsel in der Höhe des Epithels sehr ausgeprägt ist, erhält man an Querschnitten Bilder, welche einigermassen an die intraepithelialen Drüsen in den *Ductuli efferentes* des Nebenhodens (siehe S. 456) erinnern, doch mit dem wesentlichen Unterschiede, dass im Eileiter die mit niederem Epithel ausgekleideten Stellen nirgends rundliche, sackartige Einbuchtungen, sondern rinnenartige Einsenkungen darstellen. Im Allgemeinen zieht das unterliegende Schleimhautgewebe anscheinend glatt unter dem Epithel weg, häufig sieht man aber niedrige Schleimhautfältchen gegen die höchsten Erhebungen des Epithels vordringen. An diesen Stellen erscheinen dann auffallend lange und schmale Zellen mit dicht aneinander gedrängten, oft



Fig. 1235.

Fig. 1235. Theil eines Querschnittes durch die Ampulle der Tube von einer 27jährigen Frau. Sublimateisessig. Hämatox. Eosin. Vergr. 50. *S* Schleimhaut ohne scharfe Grenze in die Muskelhaut übergehend; *a* Arterie; *f* Schleimhautfalten von Flimmerepithel bedeckt und Blutgefässe *g* enthaltend; *m* glatte Muskelbündel im Längs-, *m'* im Querschnitte; *v* Venen.

die freie Epithelfläche fast erreichenden, bis 12 μ langen und nur 4 μ dicken Kernen, während in den benachbarten niedrigen Epithelzellen die Kerne mehr rundlich, 9—10 μ gross sind. Zweierlei Zellen finden sich aber nicht nur einerseits auf der Höhe von Falten, andererseits in den dazwischen liegenden Vertiefungen, sondern auch längs der Abhänge grösserer Falten in gleichmässig hohem Epithel in der Art, dass kleine Gruppen von schmalen, mit langen, bis zur Oberfläche reichenden Kernen versehene Zellen mit breiten Zellen, welche grosse, fast kugelige Kerne haben, die in verschiedenen Höhen liegen, abwechseln. An solchen Stellen finden sich auch oft sehr zahlreiche Leukocyten, die überhaupt im Eileiterepithel nicht selten sind. Man könnte geneigt sein, alle die schmalen Zellen, an welchen die Flimmerhaare fehlen, als in der Ausstossung begriffene, untergehende Elemente zu halten. Für die vereinzelt zwischen den Flimmerzellen vorkommenden schmalen Zellen ist eine solche Annahme ebenso wie für die analogen Elemente im Uterusepithel zulässig und wahrscheinlich richtig. Allein gegen die Deutung aller schmalen Zellen als Untergangsformen von Epithelzellen muss der innerhalb ganz kurzer Strecken erfolgende Wechsel von Gruppen von beiderlei Zellen hervorgehoben werden, sowie der Mangel von Zeichen der Kerndegeneration, ferner der Mangel von Mitosen im Epithel, der gegen die Existenz lebhafter Regenerationsvorgänge in demselben spricht. So bleibt zu erwägen, ob es sich um verschiedene funktionelle Zustände sekretorischer Natur derselben Zellenart, oder in der That um zweierlei specifisch verschiedene Zellen handle. *Frommel*, sowie *Chrobak* und *v. Rosthorn* schreiben den schmalen Zellen eine sekretorische Funktion zu, doch ist sehr bemerkenswerth, dass diese zusammengepressten, mit auffallend langen, oft auch eingeschnürten Kernen ausgestatteten Zellen keiner bekannten Art von Drüsenzellen, sondern eher Bindegewebszellen gleichen. Elemente ähnlicher Art sieht man da und dort unter der Basis des Epithels, letzterem dicht angeschmiegt und an vielen Stellen lässt sich deutlich erkennen, dass mit den schmalen Zellen feine Bindegewebsfalten in das Epithel eindringen. Ich bin daher geneigt, die im Tubenepithel gruppenweise vorkommenden, langen, schmalen Zellen für Bindegewebszellen zu halten, die allerdings die sonst in keinem Epithel bekannte Eigenthümlichkeit besässen, da und dort zwischen den Epithelzellen bis an die freie Schleimhautfläche vorzudringen. Erwägt man aber die ganz eigenthümliche Stellung des Eileiterepithels, das am Tubentrichter längs der Tubenfransen (Fimbrien) direkt in das Bauchfellepithel übergeht, das histologisch sich nicht von den endothelialen Bindegewebszellen unterscheidet, welche andere seröse Höhlen auskleiden, so erscheint ein solches Vorkommen von Einschüben von Bindegewebszellen zwischen Flimmerzellen vielleicht weniger sonderbar. Bei Thieren fand *Nicolas* im Tubentrichter zahlreiche flimmerlose Epithelzellen zwischen die spärlicheren Flimmerzellen eingeschoben.

Vom Tubentrichter setzt sich das Flimmerepithel auf die Fimbrien fort, welche ebenfalls noch Schleimhautfalten zeigen und mit vielfach gezackten Rändern in das Bauchfell übergehen. Die *Fimbria ovarica* (*Henle*) erreicht bisweilen das Ovarium, doch ist dies nach *Nagel* nicht die Regel. Das **Bindegewebe der Eileiterschleimhaut** ist im Ganzen spärlich aber reich an Zellen und Blutgefässen. In den primären Falten (Hauptfalten, *Frommel*) erreicht das Bindegewebe zwischen den beiden Epithelblättern eine Dicke von 0,1—0,2 mm,

in den sekundären Falten (Nebenfalten, *Henle*) im Bereiche der Ampullen dagegen nur von 8—20 μ und ist hier demgemäss oft dünner als das bedeckende Epithel. Unterhalb der Faltenthäler ist die Schleimhaut ebenfalls sehr dünn — nur etwa 20—80 μ — und im Bereiche der Ampullen oft fast fehlend, indem die Ringmuskeln nahezu an das Epithel herantreten. Eine deutliche *Membrana propria* unterhalb des Epithels ist nicht erkennbar, zarte Bindegewebshäutchen, von welchen bereits beim Epithel die Rede war, treten an zahlreichen Stellen ins Epithel vor. Was den Bau anlangt, so besteht das Schleimhautbindegewebe aus spärlichen, leimgebenden Bündelchen, welche längs der Blutgefässe, die in den dünnen Fältchen oft wie Verdickungen erscheinen, noch am reichlichsten sind, und aus zahlreichen, theils mehr spindelförmigen, theils ästigen Zellen mit meist platten Kernen. Seltener und nicht in jeder Tube kommen kleinere oder grössere Nester von epithelartigen, polygonalen Zellen mit relativ reichlichem feinkörnigem Plasma um die mehr rundlichen Kerne vor. Leukocyten finden sich in mässiger Zahl. Einen nicht unbedeutenden Antheil des Schleimhautgewebes bilden die Blutgefässe und Lymphspalten. Selbst in den feinsten Schleimhautfalten finden sich noch zahlreiche Blutgefässe, „namentlich Venen von 20—30 μ Durchmesser und die weiten Kapillaren dringen bis dicht an das Epithel und scheinen innerhalb der feinsten Bindegewebsfältchen sogar da und dort wie im Epithel eingeschlossen.

Bei weitem den grössten Theil der Eileiterwand bildet die **Muskelhaut**, welche am Isthmus eine Dicke von 0,4—3 mm und darüber erreicht und innen hauptsächlich aus ringförmig oder genauer gesagt in schräger Richtung sich durchflechtenden, aussen aus mehr längsgerichteten Bündelchen dünner glatter Muskelzellen besteht, zwischen welchen, je weiter nach aussen, umsomehr reichliches Bindegewebe und viele Gefässe vorkommen. Besonders reichlich werden die Gefässe gegen die äussere Grenze der Ringmuskelhaut, welche auch als besondere Gefässhaut unterschieden wird. Die Dicke der Muskelhaut ist am grössten gegen den freien Rand des Eileiters und gegen den Ansatz des breiten Mutterbandes, wo längslaufende, glatte Muskelbündel bis in das eigentliche breite Mutterband sich fortsetzen, wodurch die Abgrenzung der Muskelhaut des Eileiters verwischt wird. Die innere, dichter gewebte **Ringmuskelschicht** zeigt, mit Ausnahme der dem freien Eileiterrande zugekehrten Seite, nach aussen meistens eine ziemlich deutliche Abgrenzung (Fig. 1236, *r*) und eine Dicke von 0,5—0,9 mm. Bedeutend dünner, bis auf 0,3 ja 0,1 mm herabgehend, wird diese innere Ringmuskelschicht im Bereiche der Ampullen und des Tubentrichters (Fig. 1235, *m*). Gegen die Schleimhaut erscheint an Schnitten, wegen des Zellenreichthums der ersteren, die Muskelhaut nur undeutlich abgegrenzt und häufig finden sich hier Gruppen von mehr längslaufenden Muskelbündeln, welche jedoch niemals eine ringsum zusammenhängende Lage bilden und stets der Ringmuskulatur sich innig anschliessen und daher, wie *Mandl* hervorhebt, mit Unrecht von einigen Autoren als besondere *Muscularis mucosae*, unter welcher eine Submucosa liegen soll, unterschieden wurden. Die Schleimhaut der Falten enthält in der Regel keine Muskeln; nur in der Basis der Hauptfalten finden sich da und dort längslaufende Bündelchen. Das Schleimhautgewebe setzt sich direkt in das Bindegewebe zwischen den Muskeln fort. Eine zusammenhängende äussere **Längsmuskelhaut** lässt sich am Eileiter nicht darstellen, die Sache verhält sich

vielmehr so, dass erst vereinzelt längslaufende Muskelbündelchen zwischen den Ringmuskeln auftreten (Fig. 1236), die dann weiter nach aussen zahlreicher werden, während die Ringmuskeln immer spärlicher sich finden. Die Längs-



Fig. 1236.

muskelbündel sind durch relativ reichliches, leimgebendes Bindegewebe mit elastischen Fasern umhüllt und sehr ungleich vertheilt. Sie reichen bis in das subseröse Bindegewebe und noch 10 μ unter der Bauchfelloberfläche finden sie sich vereinzelt.

Fig. 1236. Querschnitt durch den Isthmus der Tube von einer jungen Frau. Pikrinsublimat. Hämatox. Eosin. Vergr. 30. *L* Schnittrand des *Ligamentum latum*; *a* Arterie; *f* Flimmerepithel; *l* Längsmuskelbündel; *m* zerstreute äussere Muskelbündel; *n* Nervenbündelchen; *r* Ringmuskelbündel; *s* Schleimhaut mit Längsmuskeln; *sr* Serosa; *v* Vene; *v'* kleine Venenästchen.

Der Bauchfellüberzug der Tuben zeigt keine Besonderheiten. Die reichlichen Blutgefässe der Eileiter stammen von den *Art. uterinae* und *ovaricae* (*spermaticae internae*). Die mittleren Arterienäste zeigen da und dort wulstartige Verdickungen der Innenhaut mit Längsmuskeln, die bis in die feinsten Schleimhautfalten eindringenden kleinsten Arterien lösen sich in ein subepitheliales Kapillarnetz auf, das sich in die reichlichen Venennetze ergiesst, welche die Schleimhaut und die Muskelhaut durchsetzen und aus diesen kommende Kapillaren aufnehmen. Die stärkeren Aeste der Venengeflechte haben eine kräftige Muskelwand mit inneren Längsmuskeln, sie sammeln sich zu den Arterien folgenden Stämmchen und ausserdem zu einer Vene, welche längs dem *Lig. uteri teres* zur *V. epigastrica* zieht. Die Lymphgefässe nehmen als von Endothel ausgekleidete Röhren und Spalten in der Schleimhaut ihren Anfang und bilden subseröse Netze. Sie sammeln sich nach *Poirier* längs der unteren Tubenkante zu zwei bis drei Stämmchen, welche in die aus dem Gebärmuttergrunde kommenden Lymphgefässe sich ergiessen und im *Lig. suspensorium ovarii* zu den vor der *V. cava* und Aorta gelegenen lumbalen Lymphknoten ziehen. Die Nerven der Eileiter kommen aus dem *Plexus art. ovaricae*, hängen aber auch mit den Gebärmutternerven zusammen. Stärkere Nervenbündel bis zu 0,1 mm Dicke herab verlaufen mit den Gefässen subserös (Fig. 1236, *n*) und in den äusseren Theilen der Längsmuskelschicht, während in die Ringmuskelschicht nur feinere Bündel eindringen. Hier bilden sie nach *v. Herff* und *v. Gawronsky* einen dichten Plexus, welcher einerseits die Muskeln versorgt, andererseits in die Schleimhaut übergeht und nach *v. Gawronsky* auch terminale Fäserchen ins Epithel entsendet. Ganglienzellen sind in der Tubenwand nicht bestimmt nachgewiesen und ist es mindestens zweifelhaft, ob die von *v. Gawronsky* beschriebenen knotigen Verdickungen der Schleimhautnerven als Nervenzellen zu betrachten sind.

Die oben ausgesprochene Vermuthung, dass die langen schmalen Zellen im Flimmerepithel der Eileiter Bindegewebszellen seien, lässt sich an Schnitten nicht sicher entscheiden und müssten Untersuchungen an Flächenpräparaten vorgenommen werden, an welchen das Epithel durch Maceration entfernt wird, ähnlich wie dies *Drasch* an den *Papillae foliatae* des Kaninchens ausführte (siehe dessen auf S. 31 citirte Abhandlung). An Schnitten erhält man freilich in der Regel den Eindruck, dass das Epithel des Eileiters glatt über das Bindegewebe hinziehe und dass die fraglichen Zellen dem Epithel selbst angehören. Dasselbe ist am Epithel der *Papillae foliatae* der Fall und Niemand würde an Schnitten eine Ahnung haben von dem reichen System von Bindegewebsblättern, welche, wie *Drasch* an Isolationspräparaten nachwies, die Geschmacksknospen überall wie mit Nischen umgeben. Es möge daher auf diese mögliche Täuschung bei einseitiger Untersuchung von Schnitten hingewiesen sein.

Der Eileiter hat verhältnissmässig häufig accessorische Mündungen in die Bauchhöhle, welche auch mehrfach sein können. *G. Richard* (Anat. des trompes de l'utérus, Thèse, Paris 1851), der diese Abweichung zuerst erwähnte, hat dieselbe unter 30 Fällen fünfmal gesehen. Ausser Nebenöffnungen der Eileiter kommen auch blindendigende Nebeneileiter vor, welche nach *v. Franqué* verschiedenen Ursprungs sein können und entweder aus Urnierenresten oder auch direkt aus Peritonealepithel hervorgehen.

Während der Menstruation und der Schwangerschaft erfährt die Tubenwand in der Regel keine auffälligen Veränderungen, doch ist bemerkenswerth, dass *L. Mandl* in einzelnen Fällen während der Schwangerschaft in der Tubenschleimhaut Stellen fand, an welchen grosse, bis zu 23 μ Durchmesser zeigende, den umgewandelten Stromazellen der Uterusschleimhaut (Deciduazellen) ähnliche Elemente vorkamen. Es ist dies insoferne

von Interesse, als das ausnahmsweise Vorkommen einer decidualen Umwandlung der Tubenschleimhaut mit dem Auftreten von Tubenschwangerschaften — der häufigsten Form von Extrauterinschwangerschaft — in Beziehung gebracht werden kann. Nach den experimentellen Untersuchungen von *Mandl* und *H. Schmit* (in Arch. f. Gynäk. 56. Bd.) genügt es nämlich nicht, das befruchtete Ei bei Thieren künstlich in der Tube zurückzuhalten, um Tubenschwangerschaft zu erzeugen; es muss hierzu noch ein anderes Moment hinzutreten, und dies ist wahrscheinlich die nur ausnahmsweise, aus unbekannten Gründen auftretende, deciduale Umwandlung der Tubenschleimhaut.

§ 307.

Die Gebärmutter (*Uterus*) hat dieselben Bestandtheile der Wand, wie der Eileiter, nur sind die Muskel- und Schleimhaut viel mächtiger und zum Theil anders beschaffen. Die Schleimhaut ist an der Leiche eine weisse oder weissröthliche, 1—2 mm dicke Haut, die mit der Muskelhaut fest zusammenhängt und nicht von ihr sich ablösen lässt, jedoch auf Durchschnitten durch ihre meist hellere Farbe, obschon selten scharf, von ihr sich abgrenzt. Das Stroma der Schleimhaut besteht aus dicht gedrängten, spindelförmigen, ästig-polygonalen oder rundlichen Zellen mit stärker entwickelten Protoplasmakörpern, als bei gewöhnlichen Bindegewebszellen und mit spärlichen, leimgebenden Fäserchen dazwischen. Elastische Fasern fehlen und treten erst in der Muskelhaut auf und zwar um so reichlicher, je weiter nach aussen, am reichlichsten in der Cervix. Im Ganzen ist das Schleimhautgewebe der Gebärmutter dem Rindenstroma des Eierstockes und dem Schleimhautgewebe der Eileiter sehr ähnlich, doch fast noch zellenreicher und enthält auch in wechselnder Zahl Lymphocyten, namentlich in der Umgebung der einen nicht unbedeutenden Theil der Schleimhaut darstellenden kleinen Blut- und Lymphgefässe. Wegen des enormen Zellenreichthums macht die Gebärmutterschleimhaut an Durchschnitten, an welchen die Kerne gefärbt sind, bei schwacher Vergrösserung einen ähnlichen Eindruck wie adenoides Gewebe. Im Gebärmutterhalse wird die Schleimhaut dicker, 2—3 mm, etwas zellenärmer und reicher an leimgebenden Faserbündeln.

Das Epithelium ist, wie im Eileiter, ein einreihiges, flimmerndes Cylinderepithel, das einem feinen Grenzhäutchen ohne Papillen aufsitzt. Auf der Höhe der Falten der Cervix ist das Epithel oft mehrreihig. In grösserer oder geringerer Zahl findet man, ähnlich wie in anderen Cylinderepithelien, namentlich auch im Tubenepithel, zwischen den typischen, bis 33 μ hohen Zellen einzelne, stark zusammengepresste, stärker sich färbende, mit langen schmalen Kernen, welche wohl als Untergangsformen von Flimmerzellen, wie auch *Barfurth* annimmt (in Anat. Hefte 9. Bd. S. 82), zu deuten sind. Das Flimmerepithel ist nach *R. Wolff* nur zur Zeit der vollen Geschlechtsreife gut entwickelt. Der Schlag der Flimmerhaare ist, wie in der Tube, nach abwärts, also vom Gebärmuttergrunde gegen den Muttermund gerichtet, wie neuerdings *Hofmeier*, sowie *Mandl* (in Centralbl. f. Gynäkol. 1898 Nr. 13) älteren, gegentheiligen Angaben gegenüber für den menschlichen Uterus feststellten. Im Gebärmutterhalse, wo die Schleimhaut ausser den bekannten *Plicae palmatae* auch einzelne zottenartige Erhebungen zeigt, findet man in grösserer oder geringerer Ausbreitung statt der Flimmerzellen helle, Schleim absondernde Cylinderzellen, wie sie auch in den dort befindlichen Drüsen vorkommen. Gegen den äusseren Muttermund geht das Cylinderepithel in ein geschichtetes Pflasterepithel über, welches

einer papillentragenden Schleimhaut aufsitzt. Der Uebergang findet mit einer zackigen Grenze statt und ist, individuell wechselnd, bald, namentlich bei Frauen, die geboren haben, innerhalb des Gebärmutterhalses, gewöhnlich bei Jungfrauen am äusseren Muttermunde, bald etwas nach aussen von demselben. Die äussere Fläche der Vaginalportion des Uterus ist von einer Schleimhaut bekleidet, welche bereits mit jener der Scheide übereinstimmt (Fig. 1238).

Die Drüsen im Körper und Grunde der Gebärmutter, *Gl. uterinae* (Fig. 1237, *d*), sind einfache oder gabelig getheilte, etwas gewundene drehrunde oder auch abgeplattete Schläuche, welche die ganze Dicke der Schleimhaut oft in schräger Richtung durchsetzen und mit ihren blinden Enden bis an oder zwischen die innersten Lagen der Muskelhaut reichen. Sie haben in ihrer Form einige

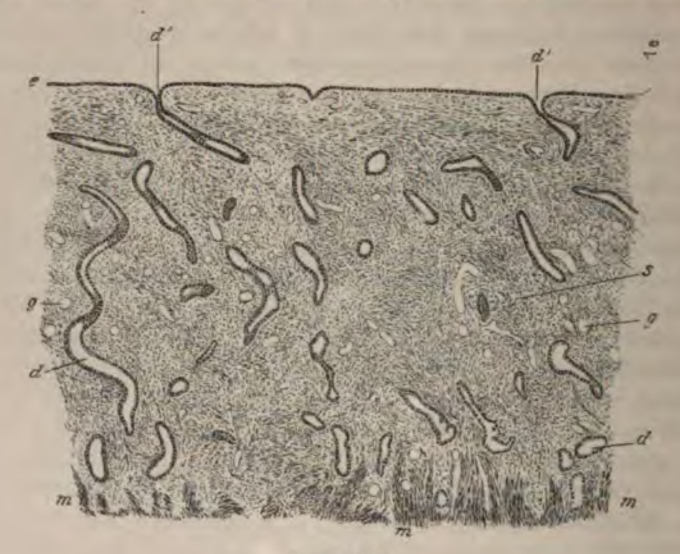


Fig. 1237.

Aehnlichkeit mit den *Lieberkühn*'schen Drüsen des Darmes, aber relativ weite Lichtungen, welche an der Mündung bis 70 μ erreichen und werden von demselben flimmernden Cylinderepithel ausgekleidet, wie die Gebärmutterschleimhaut selbst. Der Schlag der Flimmerhaare ist vom Grunde der Drüsen gegen die Mündung gerichtet. Die Zahl der Drüsen ist eine mässige, ihre Mündungen stehen in Abständen von 0,1—0,2 mm (*Henle*). Ihr Durchmesser beträgt 44—68 μ. Eigenthümliche Bilder entstehen durch die sogenannte, von *Amann* genauer untersuchte Drüseninvagination, indem ein engerer Drüsenabschnitt in einen weiteren sich so einstülpt, dass das weitere Drüsenstück durch eine Umschlagsfalte in das engere übergeht. An Querschnitten durch die Invaginationsstelle erscheinen daher drei konzentrische Epithelringe. Es kommen aber auch

Fig. 1237. Querschnitt durch die Uterusschleimhaut einer jungen Frau. Pikrinsublimat. Hämatox. Eosin. Vergr. 46. *d* Drüsen in Längs- und Querdurchschnitten; *d'* Drüsenmündungen; *e* Oberflächenepithel; *g* Blutgefässe; *m* glatte Muskelbündel; *s* Gewebe der Schleimhaut.

Einstülpungen der Drüsen in der Art vor, dass entweder vom Grunde der Drüsen her oder seitlich papillenartige Erhebungen des Epithels in die Lichtung vorragen. Doch müssen derartige Vorkommnisse bereits als Wucherungsprozesse, wie sie während der Menstruation aber auch unter pathologischen Verhältnissen vorkommen, betrachtet werden.

Die Drüsen des Gebärmutterhalses, *Gl. cervicales* (Fig. 1238, d),



Fig. 1238.

sind grösser, aber weniger zahlreich als im Gebärmutterkörper und von ganz anderer Beschaffenheit. Es sind Drüsenkörper von 0,5—1 mm Länge und 40—80 μ Breite (*E. Wagner*). Sie bestehen aus vielfach verzweigten Schläuchen, welche in einen Hauptgang münden, der 0,3—0,4 mm weit ist, während die feinsten, blind endigenden Seitenzweige nur mehr einen Durchmesser von 30

Fig. 1238. Sagittalschnitt durch die hintere Hälfte der *Portio vaginalis uteri* und des *Fornix vaginae* einer jungen Frau. Pikrinsublimat. Hämatox. Eosin. Vergr. 10. *F Fornix vaginae*; *M* Muskelhaut des Gebärmutterhalses, den *Sphincter uteri* bildend; *M'* Muskelhaut der Scheide; *O Orificium externum uteri*; *S* Schleimhaut des Gebärmutterhalses; *S'* Schleimhaut der Scheide; *d—d'* Drüsen der Cervix; *e* Cylinderepithel; *f* Lymphfollikel; *pe* Beginn des hohen Pflasterepithels mit Papillen; *v* Venen.

bis 40 μ zeigen. Die Auskleidung aller dieser Gänge besteht aus schleimabsondernden, cylindrischen Zellen, welche in den feinsten Gängen 10—18 μ, in den grössten 30—40 μ Höhe erreichen. Wo die Drüsenzellen den Schleim völlig entleert haben, erscheinen sie im Ganzen kleiner und an Schnitten den Zellen der Drüsen des Gebärmutterkörpers ähnlich, von welchen die voll funktionirenden Drüsenzellen der Cervixdrüsen, die den zähen, glasartigen Schleim des Gebärmutterhalses absondern (*Robin* 1852), auffällig verschieden sind. Im Bereiche des Gebärmutterhalses finden sich auch sehr häufig mit Schleim gefüllte, geschlossene, aus einer Bindegewebslage und niedrigen Cylinderzellen gebildete Bläschen von 0,7—2—5 mm und darüber, die sogenannten *Ovula Nabothi*, welche man geneigt sein könnte, für geschlossene Drüsenbläschen, wie die *Graaf*'schen Follikel, zu halten, die jedoch nichts als Cysten (Retentionscysten) sind, die aus erweiterten, verschlossenen Schleimgängen der Cervixdrüsen hervorgehen. Aehnliche Cystchen entstehen gelegentlich auch aus den Drüsen des Uteruskörpers, namentlich im höheren Alter.

An der Muskelhaut kann man bei Thieren mit doppelter Gebärmutter deutlich zwei Schichten, eine innere, embryonal zuerst auftretende, stark entwickelte Ringmuskelhaut und eine äussere, schwächere Längsmuskelhaut unterscheiden, zwischen welchen lockeres Bindegewebe mit reichlichen Gefässen eingelagert ist. Viel verwickelter ist der Bau der Muskelhaut der menschlichen Gebärmutter. An dieser lassen sich nach *Koelliker* (in Mikrosk. Anat.) am passendsten drei Lagen unterscheiden, welche jedoch nicht, wie anderwärts (am Darm z. B.), scharf von einander geschieden sind. Die Unterscheidung dieser drei Lagen erscheint auch durch die neueren Untersuchungen über die Entwicklung der 'Gebärmuttermuskulatur von *Roesger, Sobotta, Werth* und *Grusdew* völlig gerechtfertigt. Die äussere Schicht besteht aus Längs- und Querfasern, von denen die ersteren als eine mit der Serosa innig verbundene, zusammenhängende, dünne Lage über den Grund und die vordere und hintere Fläche bis zur Cervix sich erstrecken, während die mächtigen Querfasern rings um das Organ herumziehen und auch zum Theil über die Gebärmutter hinaus in die runden und breiten Mutterbänder, in die Eierstocksbänder und auf die Eileiter sich fortsetzen. Die mittlere Lage, die Gefässchicht oder *Stratum vasculare* der neueren Autoren ist die mächtigste, zeigt quere, längsverlaufende und schiefe glatte Bündel, die verschiedentlich sich durchflechten und enthält viele stärkere Gefässe, besonders Venen, weshalb sie, namentlich am schwangeren Uterus, ein schwammiges Ansehen besitzt. Die innerste Schicht endlich ist wieder dünner und wird von einem Netze von dünneren Längsfasern und stärkeren, queren und schiefen Fasern gebildet, die an den Eileiterumhüllungen oft sehr deutliche Ringe darstellen. Ausser den der Oberfläche des Uterus parallelen Muskelzügen kommen, namentlich in der innersten Muskelschicht, zahlreiche, senkrecht zur Oberfläche ziehende radiäre Muskelbündel vor (vergl. Fig. 1237), welche jedoch mit Längs- und Querbündeln zusammenhängen. Die innersten Längsmuskelbündel wurden von *Kreitzer* als *Stratum submucosum* bezeichnet, welchen Namen dieselben ebensowenig verdienen, wie die analogen Längsbündel der Muskelhaut der Eileiter, da sie überall mit den queren und schiefen Bündeln zusammenhängen und keineswegs eine selbständige Lage darstellen. Am Gebärmuttergrunde ist,

entsprechend der dort am meisten entwickelten Muskelhaut, die mittlere Lage am stärksten und oft wie aus mehreren Schichten zusammengesetzt, während am dünneren Halse vorzüglich quere Fasern, mit einzelnen längsziehenden untermengt, zu finden sind. Gegen den äusseren Muttermund und an diesem selbst liegen sehr entwickelte Querfasern unmittelbar unter der Schleimhaut, welche auch als Schliesser desselben *Sphincter uteri* bezeichnet werden können (Fig. 1238, *M*); ausserdem finden sich auch noch in den Falten der *Plica palmatae* ganz oberflächlich Muskelfasern (*Hélie* und *Chenantais* bei *Guyon* in Journ. de la physiol. II. Vol. p. 204). Eingehende Untersuchungen der Uterusmuskulatur machten *Kreitzer*, *Bayer*, sowie *C. Ruge* (in *Schroeder*: Der schwangere, kreissende und puerperale Uterus. Bonn 1886). Die Elemente aller drei Muskellagen sind kurze, spindelförmige Muskelzellen von 44—68 μ Länge, die wegen der grossen Menge des sie durchziehenden derben, an Faserzellen reichen Bindegewebes von ähnlicher Beschaffenheit wie im *Stroma ovarii* und in den Eileitern, nur schwer sich isoliren lassen und selbst durch Salpetersäure von 20% nicht so deutlich zum Vorschein kommen wie anderwärts. Im Bindegewebe der ganzen Uteruswand, besonders in der Adventitia der Gefässe finden sich da und dort Bindegewebszellen mit basophilen Körnchen, sog. Mastzellen. Sie sind nach *Florenzo d'Erchia* zahlreicher im Halse als im Körper der Gebärmutter und sollen sich während der Rückbildung des Uterus nach einer Geburt vermehren.

Die Verzweigungen der gröberen Blutgefässe der Gebärmutter verlaufen hauptsächlich in der Gefässschicht der Muskelhaut. Die Arterien, welche namentlich in der Cervix Längsmuskeln in der Innenhaut besitzen, verbreiten sich von hier aus nach beiden Seiten in die Muskelhaut und Schleimhaut. Die Drüsen werden von feinen Kapillaren umsponnen und an der Oberfläche der Schleimhaut findet sich ein äusserst reiches und zierliches Netz weiterer Gefässe (von 13—22 μ), aus welchem weite, klappenlose, dünnwandige Venen entspringen, die den Arterien folgend, nach aussen ziehen.

Die Lymphbahnen der Schleimhaut bilden nach *Leopold* und *Poirier* dichte Netze mehr spaltenförmiger Kanäle, welche die Blutgefässe und Drüsen umscheiden und dem intermuskulären Bindegewebe überall folgend in ein tiefes, subseröses, gröberes Netz von Lymphgefässen übergehen, welche auch mit einem oberflächlichen, feineren, subserösen Netze von Lymphkapillaren zusammenhängen. Die abführenden, reichlich Klappen führenden Lymphgefässe, deren Verhalten in neuerer Zeit *Poirier* und *C. Bruhns* untersuchten, bilden am Gebärmutterkörper jederseits zwei starke Stämme, welche mit den Lymphstämmen des Eierstockes verlaufen und zu etwas weiter kaudalwärts gelegenen lumbalen Lymphknoten gelangen als die vom Eierstocke kommenden. Die Lymphgefässe des Gebärmutterhalses dagegen sammeln sich beiderseits zu 3—4 Stämmen, welche an der Basis der breiten Mutterbänder zu Lymphknoten ziehen, die in der Gegend der Theilung der *A. iliaca communis* gelegen sind.

Die mit vielen feinen und einzelnen dicken, markhaltigen Nervenfasern versehenen, in der Hauptsache aus marklosen Fasern bestehenden Nerven des Uterus stammen hauptsächlich aus den *Plexus hypogastrici* und den Sakralnerven und bilden den *Plexus uterovaginalis*, der in der Nähe des seitlichen Scheidengewölbes ein von *R. Lee* entdecktes, früher namentlich von *Sharpey*

bestrittenes, durch *Frankenhäuser* aber sicher gestelltes Ganglion (Cervikalganglion der Gynäkologen) enthält. Ein zweites Ganglion soll sich in der Nähe des uterinen Ansatzes des *Lig. ovarii proprium* in einer Anastomose des *Plexus uterovaginalis* mit dem *Plexus spermaticus internus* (*Pl. ovaricus*) befinden. Die Nerven verzweigen sich, vorzüglich den Gefässen folgend und sind am reichlichsten am Gebärmutterhalse, enthalten aber innerhalb der Muskulatur keine Ganglien. Ausser den Muskeln und Gefässen des Uterus versorgen die Nerven auch die Schleimhaut, wo sie nach *v. Gawronsky* und *Köstlin* als feine Fäden bis ins Epithel zu verfolgen sind. Eigenthümliche multipolare Zellen, die *v. Gawronsky* für multipolare Ganglienzellen hält, konnte auch *Köstlin* in der Schleimhaut finden; sie gehören vielleicht den Scheiden der Nervengeflechte an. *v. Herff* konnte in der Uterusschleimhaut überhaupt keine Nerven



Fig. 1239.

auffinden. Nach den Untersuchungen von *Langley* und *Anderson*, welche bei Thieren die dorsalen Wurzeln der Sakralnerven peripher vom *Ganglion spinale* durchschnitten und die dann folgenden Nervendegenerationen untersuchten, stammen die sensiblen Nerven des Uterus und der inneren Genitalien überhaupt, bestimmt nicht aus den Sakralnerven.

Von den Uterusbändern sind die *Ligg. lata* Verdoppelungen des Bauchfells, welche neben den zu- und abtretenden Gefässen und Nerven auch vom Uterus auf sie übertretende glatte Muskelfasern in ziemlicher Zahl enthalten. Dasselbe Gewebe findet sich, ebenfalls von der Gebärmutter abstammend, spärlich in den *Ligg. ovarii propria* und in sehr bedeutender Menge in den *Ligg. teretia*, als längsziehende von Bindegewebe umgebene Bündel, an die am inneren Leistenringe auch ziemlich viele, oft bis gegen den Uterus

Fig. 1239. Querschnitt durch das *Ligamentum uteri teres* des Menschen. Schwache Vergr. Aus *Koelliker*'s Erinner. S. 226. Auf der einen Seite die dunklen Bündel quergestreifter Muskelfasern, auf der andern die glatte Muskulatur, in der Mitte Gefässe.

heranreichende quergestreifte Muskelfasern sich anschliessen. Nach *Rouget* finden sich glatte Muskelfasern auch längs der *Vasa spermatica interna*, die im oberen Theile der *Ligg. lata* sich verlieren, und zwischen dem Abdominalende der Tuba und dem Eierstocke, was *Koelliker* bestätigte (5. Aufl.)

Die Epithelverhältnisse am Gebärmutterhalse sind individuell wechselnde. Als typisch muss wohl der Uebergang des Cylinderepithels in das Pflasterepithel im Bereiche des äusseren Muttermundes angesehen werden und zwar so, dass die Epithelgrenze noch in den eigentlichen Muttermund fällt und die der Scheide zugewendete Epithelfläche ganz von Pflasterepithel bedeckt ist. In Folge pathologischer Prozesse (Katarrh etc.) kann das Cylinderepithel aber auch mehr weniger weit nach aussen auf die Vaginalportion übergreifen und ein solcher Zustand wird als Erosion bezeichnet. Es kommt aber, bei Kindern auch angeboren, ein Uebergreifen von Cylinderepithel auf die äussere Fläche der Vaginalportion vor. Ob dieser Zustand immer nur ein vorübergehendes Entwicklungsstadium ist, oder ob er sich manchmal bis zur Geschlechtsreife erhält und dann mit Unrecht als sekundär erworben angesehen wird, ist eine Streitfrage. Hand in Hand mit der Veränderlichkeit der Epithelgrenze geht die grössere oder geringere Verbreitung der Cervikaldrüsen (*Klotz*).

Ebenso individuell wechselnd, wie die Grenze zwischen Cylinder- und Pflasterepithel, scheint die Ausbreitung des Flimmerepithels im Gebärmutterhalse zu sein. Die Cervikaldrüsen enthalten typische Schleimzellen, welche sich in schleimfärbenden Mitteln intensiv färben und welchen Flimmerhaare fehlen. Aber auch an der freien Schleimhautoberfläche namentlich in den Buchten zwischen den *Plicae palmatae* und zwischen den Zotten findet man häufig nur Schleimzellen. Während der Menstruation (siehe § 308) gewinnt das aus Schleimzellen bestehende Epithel eine grössere Ausbreitung.

Rouget bezeichnete das Gewebe des Uterus und der Eierstöcke als erektil. Wäre damit nur gesagt, dass diese Theile viele Arterien und reiche Venenplexus enthalten und wie andere gefässreiche Theile einer Schwellung fähig sind, so könnte man sich den Ausdruck gefallen lassen. Da jedoch *Rouget* auch eine Vergleichung mit den *Corpora cavernosa* der äusseren Geschlechtstheile anstellte, so muss bestimmt hervorgehoben werden, dass etwas diesen Gleiches in den inneren weiblichen Geschlechtstheilen nirgends sich findet. — In der Schleimhaut der *Cervix uteri* sind die Arterien nach *Henle*'s Angabe ungemein dickwandig und zahlreich und ziehen senkrecht gegen die Oberfläche (*Splanchn.* I. Aufl. Fig. 363), wo sie durch Kapillaren in ähnlich verlaufende, verhältnissmässig weite Venen übergehen.

§ 308.

Veränderungen des Uterus zur Zeit der Menstruation und Schwangerschaft.

Wesentliche Veränderungen erleidet die Gebärmutterschleimhaut während der bei geschlechtsreifen Individuen in der Regel in Perioden von 28 Tagen wiederkehrenden Menstruation, welche vom physiologischen Standpunkte als ein Vorgang betrachtet werden muss, der zur allfälligen Aufnahme und Einnistung eines befruchteten Eies in Beziehung steht. Wegen der Schwierigkeit der Beschaffung für die histologische Untersuchung geeigneten Materiales und wegen der rasch eintretenden, eingreifenden Zersetzungsvorgänge an der menstruirenden Gebärmutterschleimhaut in der Leiche, sind die Vorgänge bei der Menstruation, welche wesentlich durch den Abgang von Blut und Schleim, sowie durch die Abstossung zelliger Elemente auffällig sind, schwer in den Einzelheiten festzustellen. Während man früher vielfach übertriebene Vorstellungen hatte und — wie noch *Kundrat* und *Engelmann*, *J. Williams*, *Underhill* u. A. — das ganze Schleimhautepithel und selbst die Uterusschleimhaut in

ihren oberflächlichen Schichten oder selbst bis in die Tiefe sich abstossen und wieder erneuern liess, stellten andere, wie *Sinéty*, *Möricke*, *Gebhard*, *C. Ruge* einen irgend wesentlichen Epithel- und Schleimhautverlust während der Menstruation in Abrede. In neuerer Zeit hatten *F. Westphalen* und *L. Mandl* Gelegenheit Untersuchungen an gut konservirten Schleimhäuten vorzunehmen, welche von Gebärmüttern stammten, die während der Menstruationsperiode operativ entfernt waren, wobei sich ergab, dass Epithelverluste und De- und Regenerationsvorgänge in der Schleimhaut stattfinden, jedoch innerhalb bescheidener Grenzen, wie bereits *Koelliker* (in Mikrosk. Anat.) angenommen hatte.

Bei Beginn der Menstruation kommt es zunächst zu einer Verdickung der Schleimhaut auf 2—4—6 mm, ja in den vortretenden Falten selbst auf 11 bis

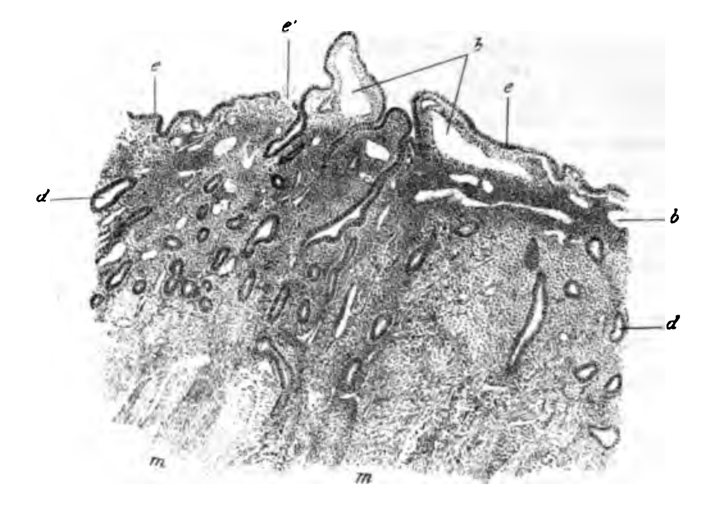


Fig. 1240.

13 mm, welche wohl wesentlich auf Hyperämie und seröse Durchtränkung des Gewebes, aber auch auf einer Volumszunahme der Elemente beruht. Die Drüsen erscheinen länger (2—6 mm), breiter (70—90 μ) und stärker gewunden, ihr Epithel höher. Es ist übrigens angesichts der grossen individuellen Verschiedenheiten nicht leicht, eine Volumszunahme zu erweisen, ebenso wie eine Vergrösserung der Stromazellen, die auch in manchen nicht menstruirenden Uteri bedeutenden Umfang erreichen können und jenen vergrösserten Zellen gleichen, welche bei beginnender Schwangerschaft aus den Stromazellen hervorgehen und als Deciduazellen bezeichnet werden. Sowohl im Oberflächenepithel als in jenem der Drüsen finden sich ferner durchwandernde Leukocyten. Im weiteren Verlaufe der Menstruation kommt es zu starken Erweiterungen, besonders der subepithelialen Blutgefässe und ferner zu Blutaustritt, theils in die oberflächlichen

Fig. 1240. Senkrechter Schnitt durch die menstruirende Schleimhaut des *Fundus uteri*. Pikrinsublimat. Hämatox. Eosin. Vergr. 46. Präparat von Dr. *L. Mandl*. *b* erweiterte Bluträume; *d* Uterindrüsen; *e* Oberflächenepithel; *e'* Epitheldefekt und Extravasat; *m* innere Muskelschicht in die Schleimhaut übergehend.

Lagen der Schleimhaut, theils in die Uterushöhle selbst, indem sinusartig erweiterte, wahrscheinlich aus Blutkapillaren hervorgegangene Bluträume (Fig. 1240, *b*) an einzelnen beschränkten Stellen das Epithel durchbrechen, wobei ausser Blut, auch mitgeschwemmte Epithel- und Stromazellen entfernt werden. Man findet daher in der menstruellen Flüssigkeit ausser Schleim und den Bestandtheilen des Blutplasmas von körperlichen Elementen rothe und weisse Blutzellen, Epithelzellen, Bindegewebszellen und Lymphocyten. Während dieser zerstörenden Vorgänge kommen, wie *L. Mandl* zeigte, auch bereits Regenerationsprozesse vor, indem im Oberflächen- sowie im Drüsenepithel und im Stroma da und dort Mitosen zu finden sind. Man kann ferner in den verschiedenen Gewebeelementen der Gebärmutterschleimhaut, aber auch in den Muskelzellen, wie *Mandl* hervorhebt, feine Fetttröpfchen auftreten sehen; doch ist von einer fettigen Degeneration, wie sie von *Kundrat* und *Engelmann* angenommen wurde, nichts zu bemerken. Die Veränderungen der Gewebe gehen vielmehr zurück, ohne dass es zu ausgedehnteren Zerstörungen und Degenerationen in der Schleimhaut kommt. Im Bereiche des Gebärmutterhalses macht sich am Oberflächenepithel eine Umwandlung desselben in Schleimzellen auf grössere Strecken bemerkbar und es entstehen hier zum Theile Bilder, welche an das Magenepithel erinnern. Auch die Schleimdrüsen des Gebärmutterhalses zeigen während der Menstruation eine Vergrösserung der zelligen Elemente und eine deutliche Schleimfärbung derselben. Diese Veränderungen sind jedoch nicht so charakteristisch, dass sie nicht auch ausserhalb der Menstruationsperiode gefunden würden. Der wesentlichste Vorgang sind wohl die starken Erweiterungen der subepithelialen Gefässe im Uteruskörper und die damit einhergehenden Wucherungsvorgänge, die bei eintretender Schwangerschaft direkt zur Einnistung des Eies und zur Bildung der als Decidua bezeichneten Verdickung der Gebärmutterschleimhaut führen, wobei es zu keinerlei Blutung kommt, während bei der Menstruation unter Eintritt von Gefässzerreissungen der eingeleitete Prozess bald wieder zurück geht, ohne dass eine Decidua gebildet wird.

Ganz andere Veränderungen setzt die Schwangerschaft am Uterus, unter denen jedoch vom Standpunkte der Gewebelehre aus nur die Zunahme des Organes von Interesse ist, die bekanntlich auf einer ungemeinen Vergrösserung des Umfanges und der Höhle des Organes zuerst mit Verdickung, dann, vom fünften Monate an in der Regel, mit Abnahme der Wände und einer im Mittel 24fachen Massenvermehrung (*J. F. Meckel*, Anat. IV. 691) beruht. Die Art und Weise des Zustandekommens derselben war, was die histologischen Verhältnisse anlangt, vor *Koelliker's* Untersuchungen (Zeitschr. f. wiss. Zool. I.) so zu sagen ganz unbekannt, lässt sich aber jetzt in den Hauptpunkten ganz genügend darlegen. Die Hauptveränderungen finden sich in der Muskelhaut, auf deren Rechnung vorzüglich die Zunahme der Masse des Uterus zu setzen ist, und zwar sind es hier zwei Vorgänge, welche gemeinschaftlich an derselben sich betheiligen, einmal eine Vergrösserung der schon vorhandenen muskulösen Elemente und zweitens eine Neubildung von solchen. Erstere ist so bedeutend, dass die kontraktilen Faserzellen statt 44 bis 68 μ Länge, 4,5 μ Breite wie sonst, im fünften Monate 130—260 μ Länge, 5—13 μ, selbst 22 μ Breite, in der zweiten Hälfte des sechsten Monats 220 bis 560 μ Länge, 9—13 μ Breite, 4—6 μ Dicke besitzen, somit um das 7 bis

11 fache in der Länge und das Doppelte bis 5 fache in der Breite zunehmen. Die Neubildung von Muskeln ist in der ersten Halfte der Schwangerschaft, besonders in den innersten Lagen der Muskelhaut, zu beobachten, wo junge, runde Zellen von 22—40 μ Grösse in allen Uebergängen in Faserzellen von 40—68 μ stets in Menge sich finden, mangelt jedoch auch in den äusseren Schichten nicht. Vom sechsten Monate an scheint diese Entstehung von Muskeln aufzuhören, wenigstens fand *Koelliker* in der 26. Woche im ganzen Uterus nichts als die vorhin erwähnten mächtigen Faserzellen und keine Spur mehr ihrer früheren Formen. Gleich wie die Muskeln nimmt auch das sie vereinende Fasergewebe zu, und zeigt gegen das Ende der Schwangerschaft zum Theil deutliche Fibrillen. Während die Muskelhaut in dieser Weise wächst, hat auch die Schleimhaut mannigfach sich verändert. Sie ist es eigentlich, welche die Umwandlungen des *Uterus gravidus* einleitet, indem sie schon in der zweiten Woche bis zu 4—6 mm sich verdickt, weicher, lockerer und röther wird, stärker vorragende Falten bekommt und bestimmter von der Muskelhaut sich abgrenzt, welche Eigenthümlichkeiten je länger um so deutlicher hervortreten. Mikroskopisch untersucht ergiebt sich, dass nicht nur ihre Gefässe stärker ausgedehnt sind, sondern auch eine reichliche Neubildung von Bindesubstanz in ihrem Gewebe und eine bedeutende Vergrösserung der schlauchförmigen Drüsen stattgefunden hat, welche letzteren nun 4—6 mm Länge und 90—240 μ Breite, 180 μ im Mittel betragen. Im weiteren Verlaufe gestaltet sich nun aus dem grössten Theile der gewucherten Schleimhaut die bekannte *Decidua vera*, während ein anderer Theil an der Anheftungsstelle des Eies zur *Placenta uterina* sich umwandelt und dadurch, dass sich das menschliche Ei förmlich in die Schleimhaut so eingräbt, dass es ringsum von derselben umhüllt wird, die Reflexa (Capsularis) entsteht, Vorgänge, welche hier nicht weiter zu besprechen sind. Nur das kann bemerkt werden, dass die Uterindrüsen in der Tiefe der Vera nach und nach zu weiteren Säckchen sich umwandeln, deren Oeffnungen dieselbe und den Rand der Reflexa anfänglich wie siebförmig durchbrochen erscheinen lassen, später aber obliteriren, ferner dass die Deciduae vom zweiten Monate an zwar allmählich an Dicke abnehmen, wegen der Vergrösserung der inneren Oberfläche des Uterus jedoch in der Massenzunahme noch lange nicht stille stehen, endlich dass ihr Gewebe zu jeder Zeit aus grösseren und kleineren runden Zellen mit prächtigen,



Fig. 1241.

Fig. 1241. Muskelelemente aus einem fünfmonatlichen schwangeren Uterus. *a* Bildungszellen der Muskelfasern; *b* jüngere; *c* entwickelte Faserzellen. Vergr. 350.

oft mehrfachen Kernen, aus zum Theil sehr grossen Faserzellen mit schönen, grossen Kernen und namentlich in der Vera aus zahlreichen Gefässen besteht, wogegen ein Epithel, die ersten Monate ausgenommen, an den Deciduae nicht mehr zu finden ist. Die während der Schwangerschaft auftretenden grossen Stromazellen (Deciduazellen) sind jedoch nicht so charakteristisch, dass sie von gewucherten Stromazellen, wie sie bei pathologischen Prozessen und selbst bei der Menstruation auftreten, sicher unterschieden werden könnten. — Die Schleimhaut der Cervix nimmt an der Bildung der Deciduae keinen Antheil und behält ihr Epithel (ohne Flimmern) während der ganzen Schwangerschaft. Doch wulstet sich dieselbe ebenfalls auf und vergrössern sich vor Allem ihre Schleimdrüsen, welche den bekannten, den Cervikalkanal ganz erfüllenden, Schleimpfropf liefern.

Die seröse Hülle nimmt zwar nicht in dem Grade, wie die Schleimhaut, doch ebenfalls deutlich an Stärke zu und wie *Schmorl* und *Kinoshita* in neuerer Zeit nachwiesen, treten auch da und dort, in der Nähe des Uterus, deciduaähnliche Wucherungen in derselben auf. Ja selbst in der Albuginea des Eierstockes kommen, wie *O. Lindenthal* (in Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. 13. Bd. S. 707) findet, solche Wucherungen fast regelmässig vor, die nicht selten kleine pilzförmige Erhebungen bilden. Die Verdickung der Uterusbänder, namentlich der runden, ist sehr deutlich und beruht auf ähnlichen Veränderungen ihrer glatten Muskulatur, wie sie beim Uterus beschrieben wurden, vielleicht auch auf einer Zunahme der quergestreiften Bündel. Ebenso ist das Wachsthum der Blut- und Lymphgefässe in die Länge und im Umfange sehr deutlich und einem guten Theile nach auf Rechnung vergrösserter und neu entstandener Muskelelemente zu setzen, die an den Venen auch in der Adventitia und Intima nachzuweisen sind. Was die Nerven anlangt, so verdicken sich dieselben ebenfalls, doch ist es zweifelhaft, ob wirklich neue Nervenröhren in denselben entstehen. Sicher ist dagegen, dass die vorhandenen Elemente an Breite und Länge zunehmen, ihre dunkelrandigen Umrisse länger beibehalten und weiter ins Innere zu verfolgen sind als sonst.

Die Verkleinerung des Uterus nach der Geburt und die Herstellung eines den früheren Verhältnissen zwar nicht gleichen, aber doch nahestehenden Zustandes, kommt in den verschiedenen Theilen desselben nicht ganz in derselben Weise zu Stande. In der Muskelhaut spielt offenbar eine Verkleinerung



Fig. 1242.

Fig. 1242. *a* Muskulöse Faserzelle aus einem sechsmonatlichen *Uterus gravidus*; *b* der mittlere Theil derselben, nach Essigsäurebehandlung den Schein einer Hülle zeigend; *c* Kern der Faserzellen. Vergr. 350.

der kontraktilen Faserelemente eine Hauptrolle, indem dieselben zugleich mit einer Fettbildung in ihrem Innern schon drei Wochen nach der Geburt wieder dieselbe Kürze (68 μ) zeigen, wie im jungfräulichen Uterus, doch kommt vielleicht auch eine vollständige Auflösung gewisser Muskelfasern zu derselben hinzu. Nach *Broers* (in *Virchow's* Arch. 143. Bd.) findet bei der Rückbildung der Muskeln anfänglich ein Auftreten von Glykogen statt und erst später Fettbildung. Von einem Zugrundegehen von Muskelfasern konnte derselbe nichts bemerken. Anders verhält es sich mit der Schleimhaut, welche in Gestalt der Deciduae und *Placenta uterina* nach der Geburt fast vollständig ausgestossen wird und deswegen sich neu zu bilden hat, wobei die Neubildung der Drüsen und des Epithels von den bei der Ausstossung in der Tiefe zurückbleibenden Resten der erweiterten Uterindrüsen ausgeht, welche in Folge der Zusammenziehung des Uterus nach der Geburt, wieder einen gestreckten Verlauf annehmen. Nach *Sedgwick Minot* ist die Regeneration der Uterusschleimhaut sechs Wochen nach der Geburt vollendet. — Dass ausserdem auch die Serosa, die Gefässe und Nerven des Uterus sich zurückbilden, ist klar, das Nähere hierüber jedoch noch nicht erforscht.

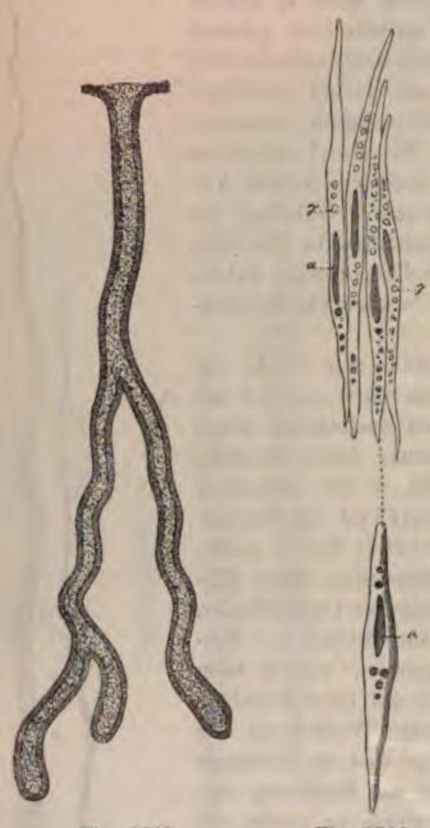


Fig. 1243. Fig. 1244.

Von den Nerven des schwangeren Uterus nimmt man seit *Tiedemann* allgemein an, dass dieselben stärker seien, als im jungfräulichen, doch ward dies von *Snow-Beck* gänzlich bestritten und von *Jobert de Lamballe* (Compt. rend. 1841, Mai) nur insofern zugegeben, als das sie umhüllende Bindegewebe, nicht aber die Nerven selbst verdickt seien. Es ist klar, dass nur mikroskopische, sehr genaue Untersuchungen in dieser Frage die Entscheidung geben können, diese sind jedoch spärlich. Aus *Remak's* (l. c.) Angaben, dass die Nerven zur Zeit der Schwangerschaft stärker und grau werden, was durch eine Zunahme kernhaltiger Fasern bedingt sei, ist nichts zu schliessen, da der Nachweis fehlt, dass ausser Bindegewebe auch wirklich Nervenfasern entstehen. Dagegen verdanken wir *Kilian* sorgfältige Untersuchungen bei Thieren, die mit Gewissheit darthun, dass die Uterusnerven zur Zeit der Trächtigkeit weiter in die Uterussubstanz hinein als dunkelrandige Röhren sich verfolgen lassen, während dieselben

Fig. 1243. Eine Uterindrüse einer Erstgeschwängerten, acht Tage nach der Empfängniss.

Fig. 1244. Muskulöse Faserzellen des Uterus, drei Wochen nach der Geburt, vier davon mit Essigsäure behandelt und blass. α Kerne derselben; γ Fettkörnchen in denselben. Vergr. 350.

früher, zum Theil schon bevor sie in den Uterus eintreten, zum Theil wenn sie kaum in denselben übergegangen, die Natur embryonaler markloser Röhren haben. Es gelang *Kilian* aus diesem Grunde auch die Nerven im schwangeren Uterus viel weiter ins Gewebe zu verfolgen als sonst. Von einer Bildung neuer Nervenröhren in den Stämmen sah *Kilian* nichts, und hält er eine solche für unwahrscheinlich, indem man dann auch eine Neubildung von Gangliensubstanz annehmen müsste, was nicht wohl gehe. *Koelliker* scheint etwas der Art keineswegs unmöglich, da ja die Ganglienzellen- und Faservermehrung nur einmal bei der ersten Schwangerschaft stattzufinden hätte, auch ist es denkbar, dass neugebildete Nervenröhren einfach als Aeste an andere sich anschliessen, und wird es daher doch gerathener sein, abzuwarten, nach welcher Seite die den Menschen betreffenden Angaben *Remak*'s sich entscheiden. Darauf machte jedoch auch *Koelliker* (5. Aufl.) aufmerksam, dass eine Verdickung von Nerven allerdings auch durch Dickenzunahme der schon vorhandenen Röhren und Vermehrung des Bindegewebes geschehen kann, und dass die Nerven durch Vermehrung ihrer Endtheilungen an Zahl vollkommen befähigt werden können, über grössere Flächen sich auszubreiten als sonst.

Die Zunahme der Gefässe, sowohl der Arterien als und vor allem der Venen zur Zeit der Schwangerschaft, ist sehr bedeutend, und daher unterscheidet sich um diese Zeit die mittlere, die grösseren Gefässe enthaltende Lage der Muskelsubstanz viel deutlicher von den beiden andern. An den Venenstämmen des schwangeren Uterus fand *Koelliker* ausser der auch sonst vorhandenen Ringmuskellage mit ungemein vergrösserten Faserzellen noch eine äussere und innere Längsmuskelschicht mit ähnlichen mächtigen Elementen, so dass mithin hier die Zunahme der Wandungen unmittelbar nachgewiesen ist (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. 84).

§ 309.

Scheide und äussere Geschlechtstheile. Die 2 mm dicken Wände der Scheide, *Vagina*, bestehen aus einer äusseren Faserhaut, einer mittleren Muskellage und einer Schleimhaut. Die dünne, weissliche Faserhaut zeigt aussen mehr lockeres, nach innen derberes Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern und Venennetzen und geht ohne Grenze in die zweite, mehr röthliche Lage über, die neben Bindegewebe und vielen Venen eine ziemliche Zahl, namentlich während der Schwangerschaft entwickelter, glatter Muskelfasern enthält, die mit ihren quer- und längsverlaufenden Bündeln 90—180 μ langer Faserzellen eine wirkliche Muskelhaut zusammensetzen. Die Schleimhaut ist blassröthlich, mit vielen grösseren und kleineren Falten und Warzen, den *Columnae rugarum*, versehen und aus einem derben, oberflächlich da und dort Lymphknötchen enthaltenden (*Henle* sah in Einem Falle solitäre Follikel in Menge, Splanchnol. Fig. 350), an elastischen Elementen ungemein reichen Bindegewebe zusammengesetzt, dem sie ihre grosse Festigkeit und Dehnbarkeit verdankt. Sie enthält auffallend viele kleine Venen (vergl. Fig. 1238, *v*). Ihre innere Oberfläche besitzt zahlreiche faden- oder kegelförmige Papillen von 130 bis 180 μ Länge und 56—76 μ Breite, die ganz in ein 150—200 μ dickes Pflasterepithel eingebettet sind, dessen oberste Plättchen bei einem Durchmesser von 22—33 μ, Kerne von 6 μ enthalten. Dieses Pflasterepithel nähert sich in seinem Ansehen insoferne der Epidermis, als dasselbe in seinen oberflächlichen Schichten Eleidintropfen enthält (Fig. 1245, *k* u. *el*). Echte Drüsen fehlen in der Scheidenschleimhaut in der Regel vollständig; ausnahmsweise fanden *v. Preuschen* und *C. Ruge* einzelne von Flimmerepithel ausgekleidete unregelmässige Schläuche. Unmittelbar unter dem Pflasterepithel bilden die elastischen Fasern ein sehr dichtes zierliches Netz, das jedoch an den Papillen weniger

entwickelt ist und durch zahlreiche senkrecht absteigende Fasern mit den weitmaschigen Netzen in der Tiefe der Schleimhaut sich verbindet. Eine eigenthümliche periodische Umwandlung (Metaplasie) spielt sich, nach Angaben verschiedener Autoren (*Salvioli*, *Retterer*, *Lataste*) am geschichteten Pflasterepithel der Scheide von Thieren (Hund, Nager) ab. Nach der Brunst und während der Trächtigkeit tritt eine Verschleimung der oberflächlichen Zellschichten ein und das Epithel wandelt sich in ein cylindrisches um, das aus der tiefsten Epithellage hervorgeht und vor Eintritt einer neuen Brunst wieder zu einem typischen Pflasterepithel heranwächst. — Der Hymen ist eine Verdoppelung der Schleimhaut und besitzt dieselben Elemente, wie sie.



Fig. 1245.

Von der Scheide aus erstreckt sich die Schleimhaut auch noch auf die äusseren Genitalien, überzieht die *Glans clitoridis* und den Vorhof mit der Harnröhrenmündung und bildet als Verdoppelungen das *Praeputium clitoridis* und die *Labia minora*. An den grossen Schamlippen geht dieselbe ununterbrochen in die äussere Haut über, welche an den inneren Seiten der Labien und an den *Commissurae labiorum* noch mehr mit einer Schleimhaut übereinstimmt, am Rande und an der äusseren Fläche dagegen und am *Mons Veneris* ganz der Cutis gleicht. — Die Grundlage der Schleimhaut der äusseren Genitalien ist ein schwammiges, gefässreiches, fettloses, jedoch an feineren elastischen Fasern ziemlich reiches Bindegewebe, dass in seiner verdichteten, dem Corium entsprechenden, 0,45—0,55 mm dicken äusseren Lage überall sehr entwickelte

Fig. 1245. Querschnitt von der hinteren Wand der Scheide einer 35jährigen Frau. Pikrinsublimat. Hämatox. Eosin. Vergr. 90. *p* Papillen der oberflächlichen Bindegewebslage der Schleimhaut *S*; *sz* Stachelzellen-, *k* Körner-, *el* Eleidinschicht des geschichteten Pflasterepithels.

Papillen, an den *Labia minora* von 100—220 μ, an der Clitoris von 70 bis 88 μ und ein geschichtetes Pflasterepithelium von 90—270 μ Dicke besitzt. dessen oberflächlichste Zellen zwischen 22—45 μ betragen (Fig. 148, 4). Die *Labia majora* stimmen im Bau ihrer Bekleidung zum Theil mit der Mukosa überein, zum Theil schliessen sie sich an die Cutis an und enthalten im Innern gewöhnliches Fettgewebe, nach *Henle* auch in der Nähe der inneren Oberfläche longitudinale glatte Muskeln.



Fig. 1246.

Die äusseren Genitalien besitzen verschiedene kleinere und grössere Drüsen. Talgdrüsen (siehe § 78 Bd. I, S. 266) von meist sternförmiger Gestalt und bedeutender Grösse (0,5—2,0 mm) finden sich an den *Labia majora* aussen und innen in Verbindung mit grösseren und kleineren Haarbälgen, ferner in grosser Menge an den *Labia minora*, meist ohne Haare und etwas kleiner (von 0,2—1,0 mm) (Fig. 1246), endlich auch hie und da um die Harnröhrenmündung und seitlich am Scheideneingange. Drüsen von 0,7—3,3 mm Grösse, vom Charakter der *Littre*'schen Drüsen der Harnröhre (siehe S. 386 und 483) sowie der schon früher besprochenen (S. 386) paraurethralen Gänge mit kaum sichtbaren oder ziemlich grossen Mündungen, kurzen oder bis zu 13 mm langen Ausführungsgängen bieten in sehr wechselnder Zahl der Umkreis der Harnröhrenmündung, ferner der Vorhof und die Seitentheile des Scheideneinganges dar (*Glandulae vestibulares minores*). Endlich finden sich noch die zwei, den *Cowper*'schen Drüsen des Mannes entsprechenden *Glandulae vestibulares majores* oder *Bartholin*'schen Drüsen am unteren Ende der Vorhofszwiebeln seitlich am Scheideneingange, tubulo-

Fig. 1246. Querschnitt durch die kleine Schamlippe von einer jungen Frau. Pikrinsublimat. Vergr. 12. *e* Epithel; *n* Nervenbündel; *p* Papillen; *t* Talgdrüsen. Die Gefässe erscheinen als leere Lücken. Die dunkel gehaltenen Partien zwischen den Gefässen enthalten besonders zahlreiche elastische Fasern.

acinöse Drüsen von 13 mm Grösse mit birnförmigen Drüsenbläschen von 45 bis 110 μ, die in einem dichten, kernhaltigen, der Muskelfasern entbehrenden Bindegewebe liegen. Ihr feinerer Bau ist mit jenem der *Cowper*'schen Drüsen (S. 474) übereinstimmend. Die 15—18 mm langen, 1 mm breiten Ausführungsgänge dieser Drüsen haben nach aussen von ihrer mit einem Cylinderepithelium von 22 μ ausgekleideten Schleimhaut eine zarte Längsschicht von glatten Muskeln, und enthalten immer einen zähen, klaren, gelblichen Schleim, welches letztere von *Bergh* insoferne bestritten wird, als es ihm nicht gelang, die Mucinreaktion mit Essigsäure zu erhalten.

Die Clitoris mit ihren beiden *Corpora cavernosa* und die mit den Vorhofszwiebeln (*Bulbi vestibuli*), dem gespaltenen *Corpus cavernosum urethrae* des Weibes, in Verbindung stehende Glans sind im Kleinen gerade ebenso beschaffen, wie die entsprechenden Theile und kavernösen Körper des Mannes, und lassen sich die muskulösen Elemente hier noch leichter darstellen als beim Manne.

Was die Blutgefässe der Scheide und der äusseren Genitalien anlangt, so sei bezüglich des Baues der Venengeflechte und des kavernösen Gewebes auf das S. 492 Gesagte verwiesen. In den Papillen der verschiedenen Orte finden sich meist einfache Gefässschlingen, nur wenn dieselben grösser oder zusammengesetzt sind, wie häufig im Umkreise der Harnröhrenmündung, mehrfache solche. — Ungemein reich sind die Venenplexus in den Wänden der Scheide über den Vorhofszwiebeln. Die Lymphgefässe der äusseren Genitalien und der Scheide sind zahlreich und münden theils in die Leistendrüsen, jene der Scheide theils in die Beckenplexus. Die Nerven endlich stammen theils vom Sympathicus, theils von dem *Plexus pudendus* und zeigen in den Geflechten der Faserhaut der Scheide da und dort mikroskopische Ganglien. Die Nerven sind namentlich in der Clitoris ungemein zahlreich, aber auch in der Scheidenschleimhaut nicht schwer zu finden. Dieselben zeigen bezüglich ihrer Endigung ähnliche Verhältnisse wie an den männlichen Genitalien und kommen insbesondere an der Clitoris die in § 51 geschilderten Tastkörperchen und die in § 300 besprochenen, jüngst von *P. Sfameni* genauer geschilderten Terminalkörperchen vor, ferner, wie auch in den grossen Schamlippen, *Pacini*'sche Körperchen (§ 52). Die intraepithelialen Nervenendigungen in der Scheide verhalten sich wie in anderen geschichteten Pflasterepithelien (*v. Gawronsky*).

Die Absonderungen der weiblichen Genitalien sind, abgesehen von denen des Ovariums, 1. eine weissliche im Uterus, die wohl vorzüglich von den Uterindrüsen stammt und alkalisch reagirt, 2. ein glasheller, zäher, alkalischer Schleim in der *Cervix uteri* (siehe oben); 3. ein saurer Schleim in der Vagina, der häufig Leukocyten in Menge, und wie *v. Scanzoni* und *Koelliker* nachgewiesen haben, fast immer das schon von *Donné* gesehene Infusorium, die *Trichomonas vaginalis* enthält, 4. der helle, zähe Schleim der *Bartholin*'schen Drüsen, der während der Begattung in grosser Menge entleert wird und bei Reizungen, wie *Huguier* und *v. Scanzoni* sahen, selbst manchmal im Strahle hervortritt, was, abgesehen vom *M. bulbocavernosus*, theilweise auf Rechnung der Muskeln des Ausführungsganges geschrieben werden kann, 5. die Absonderung der kleinen Talg- und kleinen Vorhofsdrüsen der äusseren Genitalien.

Untersuchung der weiblichen Genitalien. Die *Graaf*'schen Follikel sind möglichst frisch zu untersuchen, wenn man das *Stratum granulosum* und Eier in ihren natürlichen Verhältnissen sehen will. An nicht frischen Eikapseln schwimmt das erstere in Flocken im *Liquor folliculi*, und ist auch der Keimhügel meist zerstört. Um das

Eichen sicher zu erhalten, fängt man den Inhalt eines grösseren sorgfältig herausgelösten Follikels auf einem Objektträger auf und untersucht mit einer kleinen Vergrösserung die grösseren hervorgetretenen Flocken. Auch beim rohen Zerschneiden oder Zerzupfen von Eierstöcken zeigen sich immer leicht Eier, doch ist dies nicht gerade ein empfehlenswerthes Verfahren. Für die feinere histologische Untersuchung sind Schnitte und Schnittserien von, nach den modernen Methoden, fixirten und gefärbten Eierstöcken unentbehrlich. — Die Muskulaturen der Eileiter, des Uterus, der Scheide etc. erforschte man früher durch sorgfältige Zergliederung, dann auch an feinen Schnitten von erhärteten Theilen. *Kasper* empfiehlt besonders den Uterus drei Minuten in Wasser zu kochen und dann 24 Stunden in möglichst konzentrirtes kohlensaures Kali zu legen, oder ihn mit Holzessig zu behandeln und die Schnittchen mit verdünnter Essigsäure zu befeuchten, während *Schwartz* und *Reichert* den in Alkohol erhärteten Uterus trocknen und die Muskelfasern durch kurze Einwirkung von Salpetersäure von 20 Proc. deutlich machen. Auch das Verfahren, das *Wittich* anwandte, ist nach *Gerlach* zu gebrauchen. Die kontraktilen Faserzellen sieht man nirgends schöner als im schwangeren Uterus, die Uterindrüsen am prächtigsten bei Menstruirenden und im ersten Monate nach der Empfängniss. Das Flimmerepithelium wird nur in ganz frischen Stücken gesehen, am besten noch in der Tuba, die Zellen ohne Härchen dagegen leicht. Die Darstellung der äusseren Theile macht keine Schwierigkeit und gelten für die Drüsen, Nerven, Papillen, das Epithel die schon früher angeführten Regeln.

Litteratur.

I. Eierstock, Ei und Nebeneierstock.

C. E. v. Baer, De ovi mammalium et hominis genesi epist. Lips. 1827, und Commentarius, deutsch in *Heusinger*'s Zeitschr. II.; *Coste*, Recherches sur la génération des mammifères, Paris 1834; Embryogénie comparée, Paris 1837; Études ovologiques, in Annal. franç. et étrang. d'anat. et de phys. II. 324. 1838; Histoire générale et part. du développement, Paris 1847; *A. Bernhardt*, Symbolae ad ovi mam. hist. ante praegn. Vrat. 1834, Diss.; *R. Wagner*, in *Müll.* Arch. 1835, S. 373; Prodromus hist. generationis, Lips. 1836; in Denkschr. der bayer. Akad. Bd. II 1837, S. 511; *M. Barry*, Researches in Embryologie. Ser. I. II. III., in Philos. Trans. 1838—40; *Bischoff*, Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen, Giessen 1844, und Ann. d. sc. nat. 3. Sér. II. 1844, 304; *Pouchet*, Théorie positive de l'ovulation spontanée, Paris 1847; *Ecker*, Icon. phys. Tab. XXII; *Zwicky*, De corpor. luteorum origine, Turici 1844; *Kobelt*, Der Nebeneierstock des Weibes, Heidelberg 1847; *W. Steinlin*, in Mittheil. der Züricher naturforsch. Gesellsch. 1847, S. 156; *Allen Thomson*, Art. „Ovum" in Cyclopaed. of Anat. P. XLVIII; *C. Spiegelberg*, in Götting. Nachr. 1860, Nr. 20; *Ch. Aeby*, in *Müll.* Arch. 1861, S. 635; *Klebs*, Die Eierstockseier der Wirbelthiere, in *Virch.* Arch. XXI, S. 362, XXVIII, S. 301; *E. Pflüger*, in der Med. Centralz. 1861, Nr. 42, 1862, Nr. 3, 88 und 90; Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, Leipzig 1863, in *Virch.* Arch. Bd. XXIX, S. 228 und 450, in Untersuch. aus d. phys. Laborat. zu Bonn, Berlin 1865, S. 173; *O. Schrön*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII, S. 409, und *Moleschott*'s Unters. Bd. IX, S. 102 und 209; *H. Quincke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII, S. 483; *F. Grohé*, in *Virch.* Arch. Bd. XXVI, S. 271, Bd. XXVIII, S. 570; *J. Pank*, in Petersb. med. Zeitschr. 1863, S. 110; *F. A. Kehrer*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX, S. 19; *Bischoff*, in Münchn. Sitzungsber. Bd. I, S. 242; *Borsenkow*, in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. IV, S 56; *O. Spiegelberg*, in *Virch.* Arch. Bd. XXX, S. 466; *His*, in Arch. f. mikr. Anat. 1865, Bd. I, S. 151; *L. Letzerich*, in *Pflüger*'s Untersuch. aus d. phys. Labor. zu Bonn, 1865, S. 178; *C. Périer*, Anat. et phys. de l'ovaire, Paris 1866; *T. Langhans*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVIII, S. 543; *v. la Valette St. George*, in Arch. f. Mikr. Anat. Bd. II. S. 56; *S. Stricker*, in Wien. Sitzungsber. Juni 1866; *Th. Bornhaupt*, Unters. über d. Entwickl. des Urogenitalsystems beim Hühnchen, Diss. Riga 1867; *W. Waldeyer*, in Sitzber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur, 11. Okt. 1867; *Cramer*, Beitrag zur Kenntniss der Bedeutung und Entwickl. des Vogeleies, in Verh. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg, N. F. I. Bd. 1868; *W. His*, Unters. über

die erste Anlage des Wirbelthierleibes, Leipzig 1868; *W. Koster*, Onderzoek omtrent de vorming van Eieren in het ovarium der zoogdieren etc., in Versl. en Mededeel. der K. Akad. van Wetensch. Afdeel. Natuurkunde 1868 und in Arch. Néerlandaises T. IV. 1869; *F. Plihál*, Die Drüsenschläuche und die Abschnürung der *Graaf*'schen Follikel im Eierstock, in Arch. f. mikrosk. Anat. 5. Bd. S. 445; *v. Winiwarter*, Zur Anatomie des Ovariums der Säugethiere, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 57. Bd.; *W. Waldeyer*, Eierstock und Ei, Leipzig 1870; *Derselbe*, Eierstock und Nebeneierstock, in *Stricker*'s Handb. d. Lehre v. d. Geweben 1871, S. 544; *W. Koster*, Het epithelium van het Ovarium, in Nederlandsch Arch. voor Genees- en Natuurkunde, V. D. 1870, S. 256; *J. Gerlach*, Ueber die Ovarien zeugungsfähiger Frauen, in Verh. d. Erlanger physik.-med. Societät 1870; *K. Slavjansky*, Zur normalen und patholog. Histologie des *Graaf*'schen Bläschen des Menschen, in *Virchow*'s Arch. 51. Bd., S. 470; *E. van Beneden*, Sur la composition et la signification de l'oeuf, Bruxelles 1870; *F. Miescher*, Die Kerngebilde im Dotter des Hühnereies, in *Hoppe-Seyler*'s med.-chem. Unters. II, 1; *Th. Eimer*, Ueber die Eier der Reptilien, in Arch. f. mikr. Anatomie 8. Bd.; *G. Romiti*, Ueber den Bau und die Entwicklung des Eierstockes und des *Wolff*'schen Körpers, in Arch. f. mikrosk. Anat. 10. Bd., S. 200; *W. Koster*, Verdere onderzoekingen omtrent de vorming van folliculi Graafiani etc., in Versl. en Mededeel. d. k. Akad. van Wetensch. Afd. Natuurk. D. VII, 1873; *H. Ludwig*, Ueber die Eibildung im Thierreiche, gekrönte Preisschrift, Würzburg 1874; *A. Koelliker*, Ueber die Entwicklung der *Graaf*'schen Follikel der Säugethiere, in Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg 8. Bd., 1874; *K. Slaviansky*, Recherches sur la régression des Follicules de *Graaf* chez la femme, in Arch. de la physiol. a. 1874, p. 213; *S. Exner* und *A. Buckel*, Ueber die Lymphwege des Ovariums, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 70. Bd., 1874, S. 156; *L. Born*, Ueber die Entwicklung des Eierstockes des Pferdes, in Arch. f. Anat. Phys. u. wiss. Med. 1874, S. 118; *A. Schultz*, Zur Entwicklung des Selachiereies, in Arch. f. mikr. Anat. 11. Bd., S. 569; *F. E. Velander*, Om ovariet och dess förhallande till peritonaeum, Upsala Läkareförenings Förhandlingar 9. Bd. 1874; *J. Foulis*, On the development of the ova and structure of the ovary in man and other mammalia, in Transact. of the royal soc. of Edinburgh Vol. 27 (1875); *E. Call* und *S. Exner*, Zur Kenntniss des *Graaf*'schen Follikels und des *Corpus luteum* beim Kaninchen, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 71. Bd. (1875) S. 320; *Haussmann*, Zur intrauterinen Entwickl. des *Graaf*'schen Follikels, in Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875, S. 533; *De Sinéty*, Recherches sur l'ovaire du foetus et de l'enfant nouveau-né, in Arch. de la physiol. T. II, 1875, p. 501; *C. Semper*, Das Urogenitalsystem der Plagiostomen, in Arbeiten aus dem zool.-zootom. Institut zu Würzburg 2. Bd., 1875; *J. Foulis*, On the development of the ova and structure of the ovary in man and other mammalia, in Quart. Journ. of microsc. sc. Vol. 16 (1876) p. 190; *L. Franck*, Verhalten des echten gelben Körpers im Ovarium der Stute, in Deutsche Zeitschr. f. Thiermed. 2. Bd., S. 227; *J. Elischer*, Ueber den Verlauf und die Endigungsweise der Nerven im Ovarium, in Centralbl. f. d. med. Wissenschaft 1876, S. 884; *E. van Beneden*, La maturation de l'oeuf, la fécondation et les premières phases de développement embryonaire des mammifères, d'après des recherches faites chez le lapin, in Journ. de Zool. T. V, p. 10; *Th. Egli*, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane, Dissert. d. Univ. Basel, Zürich 1876; *Hj. Lindgren*, Studier ofver däggdjursägget Akad. Afhandling Lund 1876; *Derselbe*, Ueber das Vorhandensein wirklicher Porenkanäle in der *Zona pellucida* des Säugethiereies und zeitweise Einwanderung von granulösen Zellen durch solche in das Ei, in Nordiskt med. arkiv 9. Bd. und in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1877, S. 334; *Wagner*, Einwanderung der Granulosazellen, in Sitzber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. ges. Naturw. zu Marburg 1877, S. 132; *L. de Sinéty*, De l'ovaire pendant la grossesse, in Compt. rend. de l'Ac. d. sc. T. 85, p. 345 und in Gaz. méd. de Paris 1877, p. 530; *Balfour*, On the structure and development of the vertebrate ovary, in Quart. journ. of microsc. sc. Vol. XVIII, p. 384; *Th. Bischoff*, Ueber das Zeichen der Reife der Säugethiereier, in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1878, S. 43; *H. Beigel*, Zur Naturgeschichte des *Corpus luteum*, in Arch. f. Gynäk. 13. Bd., S. 109; *J. Beulin*, Das *Corpus luteum* und der obliterirte Follikel. Diss. Königsberg 1877; *E. Kisch*, Die Veränderungen des *Graaf*'schen Follikels nach dem Aufhören der Sexualthätigkeit, in Arch. f. Gynäk. 12. Bd., S. 416; *Slavjansky*, Quelques données sur développement et la maturation des vesicules de

Graaf pendant la grossesse, in Annal. de Gynéc. T. IX, 1878, p. 81; *N. Kolessnikow*, Ueber die Eientwicklung bei Batrachiern und Knochenfischen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 15. Bd., S. 382; *Ch. Rouget*, Recherches sur le développement des oeufs et de l'ovaire chez les mammifères, après la naissance, in Compt. rend. T. 88, p. 128; *Derselbe*, Evolution comparée des glandes genitales mâle et femelle chez les embryons des mammifères, Ebenda p. 602; *J. Foulis*, The development of the ova and the structure of the Ovary etc., in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 13, p. 353; *G. R. Wagener*, Bemerkungen über den Eierstock und den gelben Körper, in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1879, S. 175; *E. Lebedinsky*, Zur Lehre von der Atresie des *Graaf*'schen Follikels, in Centralbl. f. Gynäk. 3. Jahrg. (1879), S. 108; *C. Hennig*, Ueber frühreife Eibildung, in Sitzber. der naturf. Gesellsch. in Leipzig, 1878, S. 5; *J. Brock*, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschlechtsorgane der Knochenfische, in Morphol. Jahrb. IV. Bd. S. 505; *G. Paladino*, Studio sulla fisiologia dell' Ovaja, struttura, genesi e significazione del corpo luteo, in Giorn. internazion. delle scienze mediche 1879, Anno II; *Derselbe*, Dell' emarragia e del modo di comportarsi della Granulosa allo scoppio dei follicoli di *Graaf*, Ebenda 1880, Anno II; *Derselbe*, Conseguenze dello scoppio dei follicoli di *Graaf* ed in particolare del corpo luteo della donna, Ebenda; *J. Mac Leod*, Contribution à l'étude de la structure de l'ovaire des mammifères, in Arch. de biologie, T. I, p. 241; *E. v. Beneden*, Contribution à la connaissance de l'ovaire des mammifères, Ebenda, p. 475; *Chaudelux*, Note sur la structure des corps jaunes de *Dalton*, in Gaz. médic. de Paris 1880, p. 427; *A. v. Brunn*, Zur Kenntniss der physiologischen Rückbildung der Eierstockseier bei Säugethieren, in Götting. gelehr. Anz. S. 155; *E. A. Schäfer*, On the structure of the immature ovarian ovum in the common Fowl and in the Rabbit etc., in Proceed. of the Royal Soc. of London, Vol. 30, p. 237; *O. Cadiat*, De la formation des ovules et de l'ovaire chez les mammifères, in Compt. rend. T. 91 (1880), p. 371 und Gaz. méd. de Paris 1880, p. 180; *Th. Patenko*, Ueber die Entwicklung der *Corpora fibrosa* in den Eierstöcken, in Centralbl. f. Gynäk. 1880, S. 441 und *Virchow*'s Arch. 84. Bd., S. 193; *K. Schulin*, Zur Morphologie des Ovariums, in Arch. f. mikrosk. Anat. 19. Bd., S. 442; *G. Paladino*, Della caducità del Parenchima ovarico e del suo rinnovamento etc., in Giorn. intern. di scienze med. Anno III, 1881 und Arch. ital. de Biol. T. I, p. 282; *L. O. Cadiat*, De la formation chez l'embryon et chez l'adulte des vésicules de de *Graaf*, in Journ. de l'anatom. et de la physiol. 17. année 1881, p. 45; *J. Mac Leod*, Contribution à l'étude de la structure de l'ovaire des mammifères, in Arch. de Biol. T. II, p. 124; *De Sinéty*, De l'existence de cellules épithéliales à cils vibratiles à la surface de l'ovaire normal de la femme, in Gaz. méd. de Paris 1882, p. 12; *Leopold*, Neue Untersuch. über Menstruation und Ovulation, in Centralbl. f. Gynäk. 1882, p. 572; *T. Iwakawa*, The genesis of the Egg in Triton, in The Quart. Journ. of microsc. sc. 1882, p. 260 und Zool Anz. S. 10; *A. v. Brunn*, Die Rückbildung nicht ausgestossener Eierstockseier bei den Vögeln, in Beitr. z. Anat. u. Embr., Festgabe f. *J. Henle*, Bonn 1882, S. 1; *D. v. Schlen*, Beitrag zur Frage nach der Mikropyle des Säugethiereies, in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1882, S. 33; *J. Schütz*, Ueber den Dotterkern, dessen Entstehung, Struktur, Vorkommen und Bedeutung, Bonn 1882; *W. Harz*, Beiträge zur Histologie des Ovariums der Säugethiere, in Arch. f. mikrosk. Anat. 22. Bd., S. 374; *Leopold*, Unters. über Menstruation und Ovulation, in Arch. f. Gynäk. 21. Bd., S. 347; *E. Valaoritis*, Die Genesis des Thiereies, Leipzig 1883; *F. Henneguy*, L'ovogénèse et la fécondation chez les animaux, Paris 1884; *L. Will*, Ueber die Entstehung des Dotters und der Epithelzellen bei den Amphibien und Insekten, in Zool. Anz. 1884, S. 272 u. 288; *H. Virchow*, Durchtreten von Granulosazellen durch die *Zona pellucida* des Säugethiereies, in Arch. f. mikrosk. Anat. 24. Bd., S. 113; *H. Meyer*, Ueber die Entwickl. der menschl. Eierstöcke, in Arch. f. Gynäk. 23. Bd., S. 226; *A. Benckiser*, Zur Entwicklungsgeschichte des *Corpus luteum*, Ebenda S. 350; *v. Mihálkovics*, Untersuchungen über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtsapparates der Amnioten, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Histol. 2. Bd., 1885, S. 41, 284, 307, 387 u. 435; *J. Janošik*, Histologische Untersuchungen über das Urogenitalsystem, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 91. Bd., S. 97; *F. Bertè* e *A. Cuzzi*, Contributo alla anatomia del ovario della donna gravida, in Rivista clinica di Bologna 1884, p. 577; *P. Lachi*, De la membrane granuleuse ovarienne et de ses éléments, in Arch. ital. de biol. T. 6, p. 62; *Ph. Owsjannikow*, Studien über das Ei, hauptsächlich bei Knochenfischen, in Mém.

de l'acad. imp. des sc. de S. Pétersbourg, 7. Sér., T. 33, 1885; *W. Flemming*, Ueber die Bildung von Richtungsfiguren in Säugethiereiern beim Untergang *Graaf*'scher Follikel, in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1885, S. 221 (Chromatolyse): *Benckiser*, Ueber das Vorkommen von indirekter Kerntheilung im *Corpus luteum*, in Arch. f. Gynäkol. 25. Bd., S. 482; *G. Romiti*, Nuove osservazione sulla struttura dell' ovaia umana, in Atti d. Soc. Toscana di scienze nat. Vol. 4, p. 193 (1885); *G. Chiarugi*, Ricerche sulla struttura dell' ovaia della lepre, in Atti dell' Accad. d. Fisiocritici di Siena, Vol. 4. p. 19 (1885); *P. Lachi*, Degli elementi costituenti il disco proligero nell' ovaia della vittella, in Lo sperimentale 1885, fasc 12; *A. Thomson*, Recent researches on oogenesis, in Quart journ of micr. sc. Vol. 26, p. 591; *A. Carini*, Zur Lehre über die Reife der Eier, in Wien. med. Jahrb. 1886, S. 299 und *Schenk*'s Mittheil. aus dem embryol. Inst. in Wien, 9. Heft, S. 69; *O. Schultze*, Ueber Reifung und Befruchtung des Amphibieneies, in Anat. Anz. S. 149; *F. Legge*, Contrib. a. conosc. d. struttura dell' ovo ovarico nel gallus domesticus, in Arch. per le scienze med. Vol. 10 (1886), p. 275 und Bull. d. R. Accad. Med. Roma Anno 13, p. 338 (1887); *F. Leydig*, Zur Kenntniss des thierischen Eies, in Zool. Anz. 1886, S. 608 u. 624 und (ausführlich) in Zool. Jahrb. Morph. Ab. 3. Bd. S. 287; *G. Paladino*, Ulteriori ricerche sulla distruzione e rinnovamento continuo del parenchima ovarico nei mammiferi, Napoli 1887; *Derselbe*, in Anat. Anz. 1887, S. 835; *Derselbe*, in Arch. ital. de biol. T. 9, p. 176; *W. Nagel*, Beitrag zur Anatomie gesunder und kranker Ovarien, in Arch. f. Gynäk. 31. Bd., S. 327; *Derselbe*, Das menschliche Ei, in Arch. f. mikrosk. Anat. 31. Bd., S. 342; *L. Henneguy*, La vesicule de *Balbiani*, in Bull. de la Soc. Philomath. Paris T. 11 (1887), p. 116; *Laulanié*, Sur l'origine commune et de rôle variable de l'epithelium germin. et des cordons sexuels dans l'ovaire, in C. r. de la Soc. de biol. T. 5, 1888, p. 4; *N. Loewenthal*, Notiz über die Protoplasmastruktur der Kornzellen des Eierstockes, in Anat. Anz. 3. S. 65; *F. Legge*, Sul significato morfol. dei cordoni midollari dell' ovaja, in Bull. d. Reale Accad. di Roma, Anno 14, 1888, p. 366; *F. Tourneux*, L'organe de *Rosenmüller* (Epoophore) et le parovarium (Paroophore) chez les mammifères, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1888, p 169 (*Rete ovarii*?); *W. Nagel*, Ueber Entwicklung der Sexualdrüsen und der äusseren Geschlechtstheile beim Menschen, in Sitzber. d. Akad. in Berlin. 1888, S. 1027; *N. Loewenthal*, Zur Kenntniss des Keimfleckes im Ureie einiger Säuger, in Anat. Anz. 1888, p. 363; *J. Janošik*, Zur Histologie des Ovarium, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 96. Bd. (III. Abth.) 1888, S. 172; *G. Retzius*, Zur Kenntniss vom Bau des Eierstockseies und des *Graaf*'schen Follikels, in Hygiea, Festband, 1889; *Derselbe*, Die Intercellularbrücken des Eierstockseies und der Follikelzellen, sowie über die Entwicklung der *Zona pellucida*, in Verhandl. d. anat. Gesellsch. 3. Vers. 1889. S. 10; *N. Loewenthal*, Ueber die Rückbildung der Eizellen und das Vorkommen von Leukocyten im Keimepithel und in den Eischläuchen, in Intern. Monatsschr f. Anat. u. Histol. 6. Bd. S. 85 (1889); *G. Ruge*, Vorgänge am Eifollikel der Wirbelthiere, in Morphol. Jahrb. 15. Bd., S. 491; *L. Petitpierre*, Ueber das Eindringen von Granulosazellen durch die *Zona pellucida* menschlicher Eier, Dissert. Bern. 1890; *Harriet E. Lothrop*, Ueber Regenerationsvorgänge im Eierstock, Dissert. Zürich, 1890; *G. Paladino*, I ponti intercellulari tra l' uovo ovarico e le celulle follicolari etc., in Anat. Anz. 1890, S. 254; *M. Holl*, Ueber die Reifung der Eizelle des Huhnes, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 99. Bd 1890; *N. Kastschenko*, Ueber den Reifungsprozess des Selachiereies, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 50 Bd., S. 428; *J. Gerlach*, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Ovulationsvorganges der Säugethiere, in Sitzber. d. physik.-med. Societät in Erlangen. 22. Heft, S. 43, 1890; *W. Nagel*, Zur Anatomie des menschlichen Eierstockes, in Arch. f. Gynäk. 37. Bd., S. 492; [illegible] Contribution à l'histologie normale et pathologique des ovaires de la femme, in Annales de gynec. T. 33, p. 417; *J. Schottländer*, Beitrag zur Kenntniss der Follikelatresie etc., in Arch. f. mikr. Anat. 37. Bd., S. 192; [illegible] Die feinsten Nervenfasern und ihre Endigungen im Ovarium der Säugethiere und des Menschen, in Anat. Anz. [illegible] Contribution à l'étude des [illegible] et des corps jaunes, Paris [illegible] Ueber die menschliche Eizelle, in Anat. Anz. [illegible] Die Rückbildung reifer Eierstockseier im Ovarium [illegible] in Verh. d. anat. Ges. [illegible] Vers. 1892 S. 140; *G. v. Herff*, Ueber den feineren Verlauf der Nerven im Eierstock des Menschen, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 24. Bd., S. [illegible] [illegible], in The Lancet

1892, p. 56; *J. Rückert*, Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern, in Anat. Anz. 7. Jahrg. S. 107; *Derselbe*, Ueber die Verdoppelung der Chromosomen im Keimbläschen des Selachiereies, Ebenda, 8. Jahrg., S. 44; *L. Blanc*, Un cas d'ovule à deux noyaux chez un Mammifère, in Compt. rend. de la Société de Biol. Paris, T. 4, p. 563; *Ces. Crety*, Sulla presenza di papille vascolari nel disco proligero dei follicoli ovarici della capra, in Atti della Accad. dei Lincei 1892, Rendiconti Vol. I, sem. 1. p. 402; *P. Mingazzini*, L'oolisi nella Seps chalcides, Ebenda, p. 41; *R. Klien*, Ueber mehreiige *Graaf*'sche Follikel beim Menschen, in Sitzber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. in München 9. Bd. (1893), S. 35; *Ch. van Bambeke*, Elimination d'éléments nucléaires dans l'oeuf ovarien de *Scorpaena scrofa* L., in Bull. de l'Acad. royale de Belgique, Tome 25 (1893), p. 323; *L. Henneguy*, Le corps vitellin de *Balbiani* dans l'oeuf des Vertébrés, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 29. Année, Paris 1893, p. 1; *M. Holl*, Ueber die Reifung der Eizelle bei den Säugethieren, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 102. Bd, S. 249 und Verhandl. d. anat. Gesellsch. VII (1893), S. 122; *J. Schottländer*, Ueber den *Graaf*'schen Follikel, seine Entstehung beim Menschen und seine Schicksale bei Mensch und Säugethieren, in Arch. f. mikrosk. Anat. 41. Bd., S. 219; *J. Nagel*, Bemerkungen zu der Abhandlung Dr. *Schottländer*'s, Ebenda, S. 706; *C. Crety*, Sulla degenerazione fisiologica primitiva del vitello delle ova dei Mammiferi, in Ricerche f. n. Laborat. di Anatom., Roma 1893, Vol. 3, p. 173; *H. Hoelzl*, Ueber die Metamorphosen des *Graaf*'schen Follikels, in *Virchow*'s Arch. 134. Bd., S. 438; *L. Henneguy*, Sur la fragmentation parthénogénétique des ovules des Mammifères pendant l'atrésie des follicules de *Graaf*, in Compt. rend. de l'acad. d. sc. Paris, T. 116, p. 1157; *P. Mingazzini*, Corpi lutei veri e falsi dei Rettili, in Ricerche f. n. Labor. di Anatom. Roma 1893, Vol. 3, p. 105; *R. Fick*, Ueber die Reifung und Befruchtung des Axolotleies, in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 56. Bd., S. 529; *E. Jordan*, The habits and development of the newt (*Diemyctylus viridescens*), in Journ. of Morphol. Boston, Vol. 8 (1893), p. 269; *J. Sobotta*, Mittheilungen über die Vorgänge bei der Reifung, Befruchtung und ersten Furchung des Eies der Maus, in Verhandl. der anat. Gesellsch. 7. Vers., 1893, S. 111; *E. Balbiani*, Centrosom et Dotterkern, in Journ. de l'anat. et de la physiol. T. 29, p. 145 (1893); *V. Häcker*, Das Keimbläschen etc., in Arch. f. mikrosk. Anat. 41. Bd., S. 452; *F. Foerster*, Comparative microscopical Studies in Ovary, in Americ. Journ. of Obstetr. 1893, p. 458 u. 1894, p. 145; *G. Retzius*, Die Nerven der Ovarien und Hoden, in Biolog. Unters. 5. Bd. 1893, S. 31; *G. Born*, Die Struktur des Keimbläschens im Ovarialei von *Triton taeniatus*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 43. Bd., S. 1; *A. Bühler*, Beiträge zur Kenntniss der Eibildung beim Kaninchen und der Markstränge des Eierstockes beim Fuchs und Menschen, in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 58. Bd., S. 314; *C. Crety*, Contribuzione alla conoscenza dell' ovario dei Chirotteri, in Ricerche f. n. Laborat. di Anatom. Roma, Vol. 3, p. 221 (1894); *Jesse W. Hubbard*, The Yolk nucleus in *Cymatogaster aggregatus*, in Proceed. of Americ. philos. Soc. Vol. 33, p. 74; *H. Mertens*, Recherches sur la signification du corps vitellin de *Balbiani* dans l'ovule des Mammifères et des Oiseaux, in Arch. de Biol. Tome 13, p. 389; *P. Mingazzini*, Sulla degenerazione sperimentale delle ova di *Rana esculenta*, in Atti della Accad. dei Licei. Rendic. Vol. 3, sem. 1, p. 459 (1894); *J. de Vos*, Étude sur l'innervation de l'ovaire, in Bull. de l'Acad. de Méd. Belg. 1894, p. 552; *L. Henneguy*, Recherches sur l'atresie des follicules de *Graaf* chez les Mammifères et quelques autres Vertébrés, in Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 30. Année (1894), p. 1; *G. Paladino*, La rinnovazione del parenchima ovarico nella donna, in Monitore zoolog. ital. Anno 5, p. 72 u. 140; *Fr. Meves*, Ueber eigenthümliche mitotische Prozesse in jungen Ovocyten von *Salamandra maculosa*, in Anat. Anz. 10. Bd., S. 635; *U. Rossi*, Contributo allo studio della struttura, della maturazione et della distruzione delle uova degli Anfibi, in Pubbl. d. Istituto p. gli Stud. sup. a Firenze Sezione med. chirur. 1895; *J. Sobotta*, Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus, in Arch. f. mikrosk. Anat. 45. Bd., S. 15; *Derselbe*, Ueber die Bildung des *Corpus luteum* bei der Maus, in Anat. Anz. 10. Bd., S. 482; *C. Ampt*, Ueber das Parovarium (Epoophoron) bei Neugeborenen und Erwachsenen, Dissert. Berlin, 1895; *Derselbe*, Zur Histologie des Parovariums etc., in Centralbl. f. Gynäk. 19. Jahrg. p. 913; *L. Mandl*, Ueber Anordnung und Endigungsweise der Nerven im Ovarium, in Arch. f. Gynäk. 48. Bd., S. 376; *v. Herff*, Zur Frage des Vorkommens von Follikelnerven im Eierstocke des Menschen, in Centralbl. f. Gynäk. 1895, S. 126; *L.*

Mandl, Erwiderung an *v. Herff*, Ebenda, S. 214; *J. F. Gemmil*, Zur Eibildung bei den Anuren, in Arch. f. Anat. u. Entwicklg. 1896, S. 230; *J. Lange*, Die Bildung der Eier und der *Graaf*'schen Follikel bei der Maus, in Verh. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg, N. F., 30. Bd., 1896, S. 56; *J. Sobotta*, Ueber die Bildung des *Corpus luteum* bei der Maus, in Arch. f. mikrosk. Anat. 47. Bd., S. 261; *Derselbe*, Die Reifung und Befruchtung des Wirbelthiereies, in Ergebn. d. Anat. etc. von *Merkel* u. *Bonnet*, 6. Bd., S. 507; *J. Janošik*, Die Atrophie der Follikel und ein seltsames Verhalten der Eizelle, in Arch. f. mikrosk. Anat. 48. Bd.; *Elisabeth Winterhalter*, Ein sympathisches Ganglion im menschl. Ovarium etc., in Arch. f. Gynäk. 51. Bd., S. 49; *v. Herff*, Giebt es ein sympathisches Ganglion im menschl. Ovarium? Ebenda, S. 374; *C. Rabl*, Ueber die Entwicklung des Urogenitalsystems der Selachier, in Morph. Jahrb. 24. Bd., S. 632; *Erc. Giacomini*, Contributo all' istologia dell' ovario dei Selaci etc., in Ricerche f. n. Labor. di Anat., Roma 1896, Vol. 5, p. 221; *Derselbe*, Sui corpi lutei degli Anfibi con una breve appendice sui corpi lutei veri degli Ucelli, in Monit. Zool. ital. Anno 7, 1896, p. 135; *J. Carnoy* et *H. Lebrun*, La vesicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens, in La Cellule T. 12, p. 192, T. 14, p. 111, T. 16 (1899); *U. Rossi*, Contributo allo studio della oolisi negli anfibi urodeli, in *Roux*'s Arch. f. Entwicklungs-Mechanik, 5. Bd., S. 595; *J. Sobotta*, Ueber die Bildung des *Corpus luteum* bei Kaninchen nebst einigen Bemerkungen über die sprungreifen Follikel und die Richtungskörperchen des Kaninchens, in Anat. Hefte 8. Bd, 3. Heft (1897), S. 471; *J. Plato*, siehe S. 413; *J. Cunningham*, On the Histology of the Ovary and the ovarian Ova in certain Marin Fishes, in Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. 40, p. 101; *G. Paladino*, Per il tipo di struttura dell' ovaja, in Rendic. d. Accad. d. Sc. fis. e matem. a Napoli, Vol. 3, Fasc. 11, p. 232, 1897 und Arch. ital. de Biol. T. 29, p. 139; *C. M. Child*, Centrosome and Sphere in Cells of the Ovarian Stroma of Mammals, in Zool. Bull. Boston, Vol. 1, 1897, p. 87; *G. Schneider*, Ueber die Entwicklung des Geschlechtssystems bei Knochenfischen, St. Petersburg (russisch), Referat von *Hoyer* in *Schwalbe*'s Jahresber. f. 1897, S. 805; *O. v. Franqué*, Beschreibung einiger seltener Eierstockspräparate, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 39. Bd., S. 326; *Derselbe*, Ueber Urnierenreste im Ovarium etc., Ebenda, S. 499; *W. Heape*, The menstruation and ovulation of *Macacus Rhesus*, with observations on the changes undergone by the discharged follicle, in Transact. of the Roy. Soc. London, Vol. 188, p. 135; *A. v. Koelliker*, 1. Ueber *Corpora lutea atretica* bei Säugethieren, 2. Ueber die Markkanäle und Markstränge in den Eierstöcken junger Hündinnen, 3. Einige Bemerkungen über den Eierstock des Pferdes, in Verh. d. Anat. Gesellsch. 12. Vers. 1898, S. 149; *J. G. Clark*, Ursprung, Wachsthum und Ende des *Corpus luteum* nach Beobachtungen am Ovarium des Schweines und des Menschen, in Arch. f. Anat. u. Entwicklg. 1898, S 95; *J. Sobotta*, Noch einmal zur Frage des *Corpus luteum*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 53. Bd., S. 546; *H. Rabl*, Zur Kenntniss der Richtungsspindeln in degenerirenden Säugethiereiern, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 106. Bd., S. 95; *Derselbe*, Die ersten Wachsthumserscheinungen in den Eiern von Säugethieren, Ebenda, S. 107; *Derselbe*, Beitrag zur Histologie des Eierstockes des Menschen und der Säugethiere nebst Bemerkungen über die Bildung von Hyalin und Pigment, in Anatom. Hefte 11. Bd., S. 109 (1898); *O. van der Stricht*, Contribution à l'étude du noyau vitellin de *Balbiani* dans l'oocyte de la femme, in Verh. d. anat. Ges. 12. Vers. 1898, S. 128; *Derselbe*, La répartition de la chromatine dans la vésicule germinative de l'oocyte de la femme. Ebenda, S. 139; *Ch. van Bambeke*, Contribution à l'histoire de la constitution de l'oeuf, in Arch. d. Biol. T. 15. 1898; *H. J. Coert*, Over de ontwikkeling en den bouw van de geslachtsklier bij de zoogdieren meer in het bijzonder van den eierstok, Proefschrift, Leiden 1898; *C. H. Stratz*, Vergleichend-anatomische Untersuchungen am Säugethierovarium, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1898, 38. Bd., S. 146; *Derselbe*, Der geschlechtsreife Säugethiereierstock, Haag, 1898; *E. Zschokke*, Beitrag zur Pathologie der Ovarien des Rindes, in Schweiz. Arch. f. Thierheilk. Jahrg. 1898; *L. Switalski*, Ueber das Verhalten der Urnierenreste bei weiblichen Embryonen und Kindern, in Bull. int. de l'Acad. d. Sciences de Cracovie 1898, p. 237; *J. A. Amann*, Ueber Bildung von Ureiern und primärfollikelähnlichen Gebilden im senilen Ovarium, in Festschr. f. *C. v. Kupffer*, 1899, S. 717; *W. Flemming*, Zur Kenntniss des Ovarialeies, Ebenda, S. 321; *J. Rückert*, Die erste Entwicklung des Eies der Elasmobranchier, Ebenda, S. 581; *W. Nagel*, Ueber neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Anatomie der

weiblichen Geschlechtsorgane, in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklg. 8. Bd., 1898, S. 210; *Marie Layez*, Sur la constitution du follicule ovarien des Reptiles, in Compt. rend. de l'Acad. des scienc. Paris, T. 130, p. 48; *P.* et *M. Bouin*, A propos du follicule de *Graaf* des Mammifères, in Compt. rend. de la Soc. de Biol. T. 52, p. 17; *H. Doering*, Beitrag zur Streitfrage über die Bildung des *Corpus luteum*, Dissert. Königsberg, 1899; *O. Kreis*, Die Entwicklung und Rückbildung des *Corpus luteum spurium* beim Menschen, Dissert. Berlin, 1899; *N. Matchinsky*, De l'atrophie des ovules dans les ovaires des mammifères, in Ann. de l'Institut Pasteur, Année 14, p. 113; *Bouin*, Expulsion d'ovules primordiaux chez les tetards de grenouille rousse, in Bibliogr. anat. T. 8, p. 53; *V. Cornil*, Note sur l'histologie des corps jaunes de la femme, in Bull. et Mém. de la Soc. anat. de Paris 1899, p. 654; *Ch. Honoré*, Recherches sur l'ovaire du Lapin, in Arch. de Biol. T. 16, p. 537, T. 17, p. 489; *S. v. Schumacher* u. *C. Schwarz*, Mehrkernige Eizellen und mehreiige Follikel, in Anat. Anz. 18 Bd., S. 1; *V. v. Ebner*, Ueber das Verhalten der *Zona pellucida* zum Ei, Ebenda, S. 55; *A. Giardina*, Sui pretesi movimenti ameboidi della vesicola germinativa, in Riv. di Sc. Biol. Vol. 11; *A. Gurwitsch*, Idiozom und Centralkörper im Ovarialei der Säugethiere, in Arch. f. mikrosk. Anat. 56. Bd., S. 377; *E. Holmgren*, Von den Oocyten der Katze, in Anat. Anz. 18. Bd., S. 63; *Bühler*, Entwicklungsstadien menschlicher *Corpora lutea*, in Verhandl. d. Anat. Gesellsch. 14. Vers. 1900, S. 150; *H. v. Winiwarter* jun., Recherches sur l'Ovogenèse et l'Organogenèse de l'ovaire des Mammifères (Lapin et Homme), in Arch. de Biol. T. 17, p. 33; *J. G. Clark*, The origin, development and degeneration of the blood-vessels of the human ovary, in *J. Hopkins* Hosp. Rep. Vol. 9, p. 593 (1900); *V. v. Ebner*, Ueber Eiweisskrystalle in den Eiern des Rehes, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 110. Bd., 3. Abth., S. 5; *Cl. Regaud* et *A. Policard*, Notes histologiques sur l'ovaire des Mammifères, in L'Assoc. d. Anatom. Sess. 1901; *Van der Stricht*, Une anomalie intéressante de formation du corps jaune, in Ann. de la Soc. de Méd. de Gand 1901.

Bezüglich der Eier und Eierstöcke der wirbellosen Thiere muss auf die zoologischen Jahresberichte verwiesen werden.

II. Gebärmutter, Eileiter, Scheide und äussere Geschlechtsorgane.

Fr. Tiedemann, Tabulae nervorum uteri, Heidelberg 1822; *G. Kasper*, De structura fibrosa uteri non gravidi, Vrat. 1840; *E. H. Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau der Geschlechtsorgane, Leipzig 1846; *Koelliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Fr. Kilian*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII. IX, 1849 u. 1850, Bd. X, S. 41; *R. Lee*, Memoirs on the Ganglia and nerves of the uterus, London 1849; *Th. Snow-Beck*, in Phil. Trans. II, 1846; *Rainey*, in Phil. Trans. II, 1850; *Val. Schwartz*, Obser. microsc. de decursu muscul. uteri et vaginae hominis, Dorp. 1850, Diss.; *Robin*, in Arch. génér. de méd. 1848, Tom. XVII, p. 258 u. 405, Tom. XVIII. p. 257, Gaz. méd. 1855, Nr. 50; *Kobelt*, Die männlichen und weiblichen Wollustorgane, Freib. 1844; *Tiedemann*, Von den *Duverney*'schen Drüsen des Weibes, Heidelberg 1840; *C. Mandl*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, S. 1; *Huguier*, in Ann. d. sc. nat. 1850, p. 239; *H. Müller*, in Würzb. Verh. IV, S. 65; *W. Tyler-Smith*, in Med.-chir. Trans. Vol. XXXV, p. 378—398; *Koelliker* und *Scanzoni*, Das Sekret der Schleimhaut der Vagina und des *Cervix uteri*, in *Scanzoni*'s Beitr. II, 1855; *E. Wagner*, in Arch. f. phys. Heilk. 1856. S. 498; *R. Maier*, in Freib. Ber. April 1857; *A. Farre*, Art. „Uterus", in Cyclop. of Anat. June 1858; *Ch. Rouget*, in Journ. de la phys. I, p. 320, 479 u. 735; *C. Hennig*, Der Katarrh der inn. weibl. Geschlechtstheile, Leipzig 1862; *C. A. Martin* und *H. Leger*, in Arch. génér. 1862, S. 69 u. 174; *C. Nasse*, Die Schleimhaut der inneren weibl. Genitalien im Thierreiche, Marb. 1862, Diss.; *V. Cornil*, im Journ. de l'Anat. 1864, p. 386; *A. Meyerstein*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIII, S. 63; *T. Hélie*, Rech. s. l. fibres muscul. de l'Uterus dével. p. la grossesse, Paris 1865; *Erbstein*, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. II, S. 530; *H. O. Lindgren*, Studier öfver lifmodrens byggnad hos menniskan, Akad. afhandling. Stockholm 1867 und Nordiskt Med. Arch. III. Bd.; *F. Frankenhäuser*, Die Nerven der Gebärmutter etc. Jena 1867; *C. Gussenbauer*, Ueber das Gefässsystem der äusseren weiblichen Genitalien, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 60. Bd., 1869; *R. Chrobak*, Uterus in *Stricker*'s Handb. d. Lehre v. d. Geweben, Leipzig 1871, S. 1169; *Grünwald*, Der Eileiter, Ebenda, S. 1187; *E.*

Klein, Die äusseren weiblichen Genitalien, Ebenda, S. 657; *M. Loewenstein*, Die Lymphfollikel der Schleimhäute der Vagina, in Med. Centralbl. 1871, S. 546; *G. Lott*, Ueber das Flimmerepithel der Uterindrüsen, in *Rollett's* Unters aus dem Institute für Physiol. etc. in Graz II, Leipzig 1871, S. 250; *L. Schiff*, Das *Ligamentum uteri rotundum*, in Wien. med. Jahrbch. 1872, S. 247; *R. Kreitzer*, Anatomische Untersuch. über die Muskulatur der nichtschwangeren Gebärmutter, in Beiträge zur Anatom. u. Histol. von *Landzert*, Petersburg 1872; *G. Lott*, Zur Anatomie und Physiologie der *Cervix uteri*. Erlangen 1872; *H. Kundrat* und *G. Engelmann*, Untersuchungen über die Uterusschleimhaut, in Wien. med. Jahrb. 1873, S. 135; *Leopold*, Die Lymphgefässe des normalen nicht schwangeren Uterus, in Arch. f. Gynäk. 6. Bd. (1873), S. 1; *Haussmann*, Geschichtliche Untersuch. über die *Glandulae utriculares*, in Arch. f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. 1874, S 234; *De Sinéty*, Sur l'epithélium de l'utérus, in C. r. de la soc. de Biolog. 1875; *J. Williams*, On the Structure of the mucous membrane of the uterus and its periodical changes, in Proc. of the royal soc. Vol. 23 (1875), p. 439; *Underhill*, Note on the uterine mucous membrane of a woman who died immediately after menstruation, in Edinb. med. Joun. 1875, p. 132; *W. Goroschankin*, Materialien zur Anatomie und Physiologie der Uterindrüsen, in *Rudneff's* Journal 1876, Russisch (Ref. in *Schwalbe's* Jahresber 5. Bd., S. 359); *G. Leopold*, Studien über die Uterusschleimhaut etc., in Arch. f. Gynäk. 11. Bd. (1876); *v. Preuschen*, Ueber Cystenbildung in der Vagina, in *Virchow's* Arch. 70. Bd., S. 111; *A. Th. Wyder*, Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der menschlichen Uterusschleimhaut, in Arch. f. Gynäk. 13. Bd., S. 1; *Hennig*, Ueber Blindgänge der Eileiter, in Arch. f. Gynäkol. 13. Bd., S 156; *Derselbe*, Ueber Drüsen der Vagina, Ebenda, 12. Bd., S 488; *Ellenberger*, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die histologische Einrichtung des Uterus der Thiere, in Arch. f. wissensch. u. prakt. Thierheilk. 5. Bd., S. 89; *Vl. Mierzejewski*, Recherches sur les lymphatiques de la couche sousséreuse de l'utérus. in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1879, p. 201; *H. Klotz*, Gynäkologische Studien über pathologische Veränderungen der *Portio vaginalis* mit Berücksichtigung des Normalbaues, Wien 1879; *W. Fischel*, Beiträge zur Morphologie der *Portio vaginalis uteri*, in Arch. f. Gynäk. 16. Bd, S. 192; *Derselbe*, Die Erosion und das Ektropium, in Centralbl. f. Gynäk. 1880, S. 425; *Derselbe*, Dasselbe, Entgegnung auf *Ruge's* Bemerkungen, Ebenda, S 585; *J. Veit*, Zur normalen Anatomie der *Portio vaginalis uteri*, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 5. Bd., S. 232; *C. Ruge*, Die Erosion und das Ektropium etc., Ebenda, S. 248; *Derselbe*, Dasselbe, Entgegnung auf *Fischel's* Bemerkungen, in Centralbl. f. Gynäk. 1880, S. 489; *Th. Patenko*, Ueber die Nervenendigungen in der Uterinschleimhaut des Menschen, Ebenda, S. 442; *R. Möricke*, Verhalten der Uterusschleimhaut während der Menstruation, Ebenda, S. 289; *De Sinéty*, Histologie de la glande vulvovaginale, in Gaz. méd. de Paris 1880, p 454; *C. Ruge*, Ueber die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Deciduazellen, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 7. Bd., S. 230; *Derselbe*, Zur Erosionsfrage, Ebenda, S. 231; *G.* and *F. Hoggan*, Comparative Anatomy of the Lymphatics of the Uterus, in Journ of Anat. and Physiol. Vol. 16, p. 50; *R. Möricke*, Die Uterusschleimhaut in den verschiedenen Altersperioden und zur Zeit der Menstruation, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 7. Bd.. S. 84; *W. Fischel*, Beitrag zur Morphologie der *Portio vaginalis uteri*, in Arch. f. Gynäk. 18. Bd., S. 433; *L. Münzberger*, Ueber das pathologisch-anatomische Substrat der Erosionen an der *Portio vaginalis uteri*, Dissert Halle, 1881; *G. Rein*, Sur le plexus fondamental de l'utérus, in Compt. rend. de la soc. de Biol 1882, p. 161; *Th. Wyder*, Das Verhalten der *Mucosa uteri* während der Menstruation, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 9. Bd., S. 1; *E. Wertheimer*, Rech. sur la structure et le développement des organes génitaux externes de la femme, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1883, p. 551; *C. Rieder*, Ueber die *Gartner*'schen Kanäle beim menschlichen Weibe, in *Virchow's* Arch. 96. Bd, S. 100; *H. Carrard*, Beitrag zur Anatomie und Pathologie der kleinen Labien, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 10. Bd., S. 62; *Frommel*, Beitrag zur Histologie der Eileiter, in Arch. f. Gynäk. 28. Bd., S. 458; *E. G. Orthmann*, Beitrag zur normalen Histologie und Pathologie der Tuben, in *Virchow's* Arch. 107. Bd., S. 165; *J. Oliver*, Menstruation, in Journ. of anat. and physiol. Vol. 21, p. 378; *J. W. Ballantyne*, The labia minora and hymen, in Edinb. med. journ. 1888, p. 425; *P. Poirier*, Lymphatiques des organes génitaux de la femme, in Progr. méd. 1889, p. 491, 509, 527

568 u. 590: *Veith*, Vaginalepithel und Vaginaldrüsen, in Virchow's Arch. 117. Bd., S. 171; *G. Heyken*, Anatomische Untersuchungen über die Muskulatur der breiten Mutterbänder. Gekrönte Preisschr. Kiel 1890; *H. J. Keiser*, Beitrag zur Kenntniss der normalen Gebärmutterschleimhaut, in Deutsche med. Wochenschr. 1890, S. 803; *A. Nicolas*, Note préliminaire sur la constitution de l'epithelium des trompes uterines, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 7. Bd., S. 414; *J. Ballantyne* and *J. Williams*, The histology and pathology of the Fallopian tubes, in Brit. med. Journ. 1891, p. 107 u. 168; *A. Dührssen*, Beitrag zur Anatomie, Physiologie und Pathologie der *Portio vaginalis uteri*, in Arch. f. Gynäk. 41. Bd., S. 259; *A. Keilmann*, Zur Klärung der Cervixfrage, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 22. Bd., S. 106 (Litteratur der Cervixfrage); *J. Sobotta*, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Uterusmuskulatur, in Arch. f. mikrosk. Anat. 38. Bd., S. 52; *V. Wallich*, Recherches sur les vaisseaux lymphatiques sous séreux de l'utérus gravide et non gravide, Thèse Paris 1891; *J. C. Webster*, The nerve endings in the labia minora and Clitoris, in Edinbourgh med. Journ. 1891, p. 35; *J. Whitridge Williams*, Contributions to the normal and pathological histology of the Fallopian tubes, in Amer. journ. of med. sc. 1891, p. 377; *J. Salvioli*, Della struttura dell' epitelio vaginale della coniglia e delle modificazione che vi avvengono nella gravidanza, in Atti d. R. Accad. di Torino Vol. 26, p. 551; *O. v. Herff*, Ueber das anatomische Verhalten der Nerven in dem Uterus und in den Ovarien des Menschen, in Münchn. med. Wochenschr. 1892, S. 54; *F. Christ*, Das Verhalten der Uterusschleimhaut während der Menstruation, Diss. Giessen, 1892; *C. Storch*, Untersuchungen über den feineren Bau des Uterus der Hausthiere, in Oesterr. Zeitschr. f. wissensch. Thierheilk. 9. Bd., 1892, S. 231; *E. Retterer*, Sur la morphol. et l'évolution de l'epithélium du vagin des mammifères, in Compt. rend. de la soc. de biol. 1892, p. 101 et p. 566; *D. Popoff*, Zur Morphologie und Histologie der Tuben und des Parovariums beim Menschen etc., in Arch. f. Gynäk. 44. Bd., S. 275; *M. A. Tricke*, Essai sur la morphol. de l'epithelium tubo-utérin chez la femme etc., Thèse Nancy, 1893; *A. Liedig*, Zur Anatomie der Uterusschleimhaut beim Menschen: das Flimmerepithel und die dadurch erzeugte Strömungsrichtung, Diss. Würzburg, 1893; *C. Hennig*, Ueber die Uterusnerven in normaler und pathologischer Hinsicht, in Virchow's Arch. 131. Bd., S. 509; *F. Lataste*, Transformation périodique de l'epithelium du vagin des rongeurs, in Compt. rend. de la soc. de biol. 1893, p. 765; *P. Jacques*, Distribution et terminaisons des nerfs dans la trompe utérine, in Bibliogr. anatom. 1894, p. 192; *I. Kiersnowski*, Zur Regeneration des Uterusepithels, in Anat. Hefte 4. Bd. (1894), S. 481; *A. Dolèris*, Anatomie et physiol. de la muqueuse uterine, in Nouvelles Arch. d'obstétr. et de gynécol. 1894, p. 193 et 289; *J. Clivio*, Contributo alla conoscenza delle terminazioni nervose dell' utero, Pavia 1894; *O. Kalischer*, Ueber die Nerven der Harnblase, des Uterus und der Vagina, in Sitzber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. 1894, S. 947; *C. Bergonzini*, Sulla struttura istologica delle piccole labbra e del clitoride, in Rassegna di sc. med. Modena 1894. Anno 9; *N. v. Gawronsky*, Ueber Verbreitung und Endigung der Nerven in den weiblichen Genitalien, in Arch. f. Gynäk. 47. Bd. [illegible]; *R. Köstlin*, Die Nervenendigungen in den weiblichen Genitalien, in Fortschr. d. Med. 12. Bd., S. 411 u. 451; *P. Baroni*, Zur Regeneration der Uterusschleimhaut [illegible] der Uterindrüsen nach der Geburt, in [illegible] 1?1; *I. Wolff*, Ueber das Flimmerepithel der Uterusschleimhaut [illegible]; *A. [illegible]*, [illegible] la structure du ligament rond de l'utérus [illegible] de biol. 189?, p. 382; *J. N. Langley* and *H. K. Anderson*, [illegible] of the pelvic and adjoining Viscera. Histology [illegible] of the Sacral nerves, in Journ. of Physiol. [illegible] elastischen Fasern der Gebärmutter [illegible]; *H. Hofurth*, Zelllücken und Zellverbindungen [illegible] Gesellsch. 10. Vers. 1896, S. 25; [illegible] Mikroskopische Studien, in Arch. f. Gynäk. [illegible] des Verhaltens der Uterusschleimhaut [illegible]; *I. Hulitzka*, Beitrag zum Studium der [illegible] Gynäk. 37. Bd., S. 53; *G. K*[illegible] med. Wochenschr. 1897, S. 6?? [illegible] gewebes des Uterus während der [illegible]

u. Gynäk. 1897, S. 595; *W. Heape*, siehe S. 586; *A. Buchstab*, Das elastische Gewebe in den Eileitern etc., in Centralbl. f. Gynäk. 1897, S. 896; *W. Grusdew*, Zur Histologie der *Fallopi*'schen Tuben, Ebenda, S. 257; *L. Mandl*, Ueber den feineren Bau der Eileiter etc., in Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäk., Ergänzungsh. 1897, S. 130; *J. Bullinger*, Ueber den distalen Theil der *Gartner*'schen (*Wolff*'schen) Gänge, Dissert. München, 1897; *T. Ferrari*, Ricerche istologiche e considerazione sopra l'utero delle vecchie, in Riv. di Ostetricia etc. di Torino 1897, p. 145; *R. Werth* und *W. Grusdew*, Untersuchungen über die Entwicklung und Morphol. der menschlichen Uterusmuskulatur, in Arch. f. Gynäk. 55. Bd., S. 325; *R. Meyer*, Ueber die fötale Uterusschleimhaut, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1898, p. 234; *W. Parviainen*, Zur Kenntniss der senilen Veränderungen der Gebärmutter, in Mittheil. aus der gynäk. Klinik in Helsingfors, Berlin, 1897, S. 191; *E. Peiser*, Untersuchungen über den Lymphapparat des Uterus etc., in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 39. Bd. 1898, S. 259; *C. Bruhns*, Ueber die Lymphgefässe der weiblichen Genitalien etc., in Arch. f. Anatomie u. Physiol. 1898, S. 57; *P. Pretti*, Beitrag zum Studium der histologischen Veränderungen der Scheide, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 38. Bd., S. 250; *E. Rossa*, Die gestielten Anhänge des *Ligamentum latum*, Berlin 1899; *Blumberg* und *Heymann*, Ueber den Ursprung, den Verlauf und die Bedeutung der glatten Muskulatur in den *Ligamenta lata* etc., in Arch. f. Anat. u. Entwicklungsg. 1898, S. 263; *L. Mandl*, Ueber die Richtung der Flimmerbewegung im menschlichen Uterus, in Centralbl. f. Gynäk. 1898, p. 323; *M. Hönigsberger*, Ueber die Uterusschleimhaut, speziell das Epithel bei Föten und Neugeborenen, Diss. München, 1899; *R. Meyer*, Ueber epitheliale Gebilde im Myometrium des fötalen und kindlichen Uterus einschliesslich des *Gartner*'schen Ganges, Berlin 1899; *Keiffer*, Le système nerveux intra-utérin, in Compt. rend. de la Soc. de biol. T. 52, p. 505; *G. Klein*, Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie der weiblichen Genitalien, in Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 43. Bd, S. 240; *G. Fieux*, Étude histologique de la Musculature intrinsèque de l'utérus, in Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1899, p. 114; *R. Chrobak* und *A. v. Rosthorn*, Die Erkrankungen der weiblichen Geschlechtsorgane, in *Nothnagel*'s Spezielle Pathologie und Therapie 20. Bd., I. Theil Wien, 1900; *D. Jaja*, Ricerche istolog. sul tessuto muscolare e connetivo dell' utero gravido, in Policlinico, Roma, A. 7, p. 521; *P. Sfameni*, Contrib. à la connaiss. des terminaisons nerv. d. l. organes génitaux ext. et d. l. mamelon de la femelle, in Arch. ital. de Biol. T. 36, p. 256.

C. Von den Milchdrüsen.

§ 310.

Bau im Allgemeinen. Gefässe und Nerven.

Die Milchdrüsen, *Corpora mammae*, sind zwei wie einheitliche Körper erscheinende Gruppen von tubulo-acinösen Drüsen, welche beim Manne nur verkümmert sich finden, beim Weibe dagegen vollkommen entwickelt sind und nach der Entbindung die Milch absondern.

Jede Drüsengruppe besteht aus 15—24 und mehr unregelmässigen, platten oder birnförmigen, im Umkreise rundlich eckigen, 1,3—2,7 cm grossen Einzeldrüsen oder Lappen (*Lobi mammae*), welche, wenn auch in ihren Höhlungen ganz von einander getrennt, doch äusserlich nicht immer scharf sich sondern lassen, und jeder aus einer gewissen Zahl kleinerer und kleinster Läppchen (*Lobuli mammae*), und diese endlich aus den absondernden Drüsenschläuchen oder Alveolengängen, welche mit zahlreichen seitlichen Ausbuchtungen, den Drüsenbläschen oder Alveolen besetzt sind. Die Alveolen und Alveolengänge haben in den in voller Ausbildung stehenden Drüsen einen Durchmesser von 110—158 μ und sind an Durchschnitten dem Lungengewebe nicht unähnlich (vergl. Fig. 1249 und Fig. 1063 S. 303). Innerhalb

der kleinsten Läppchen ist das Bindegewebe der voll absondernden Drüsen, wie in den Speicheldrüsen, spärlich, dagegen auffallend reichlich zwischen denselben. Durch dieses interlobuläre Bindegewebe werden die Läppchen und Lappen zu einer grossen Drüsenmasse vereint, welche dann schliesslich noch von reichlichem Fettgewebe und zum Theil von der Haut bedeckt wird. In der ruhenden, unentwickelten Drüse ist auch reichliches intralobuläres Bindegewebe, welches überall mit dem, wie die ganze Drüsenmasse weisslichen und festen Bindegewebe zwischen den Läppchen und Lappen zusammenhängt. — Die Milchdrüse ist keine einfache Drüse, sondern besteht, ähnlich der Thränendrüse, aus einem Haufen einfacherer Drüsen, von denen jede ihren besonderen Ausführungsgang besitzt. Aus jedem Drüsenlappen entspringt nämlich durch den Zusammenfluss der Ausführungsgänge der kleineren und grösseren Läppchen schliesslich ein kürzerer oder längerer, 2—4,5 mm weiter Gang, der Milchgang oder Milchkanal, *Ductus lactiferus*, welcher, gegen die Brustwarze verlaufend und immer noch kleinere Gänge aufnehmend, unter dem Warzenhofe zu einem 4—9 mm weiten, länglichen Säckchen, dem Milchsäckchen, Milchbehälter, *Sinus lactiferus*, anschwillt, dann bis zu 2 mm oder 1 mm verschmälert in die Warze umbiegt und endlich für sich mit einer nur 0,4—0,7 mm weiten Oeffnung auf der Spitze derselben zwischen den hier befindlichen Höckern ausmündet. — Die Ausführungsgänge besitzen nur an der Mündung geschichtetes Pflasterepithel, weiterhin ein Cylinderepithelium, das in den stärksten Gängen zweireihig mit Zellen von 13—22 μ Länge, in den feineren Verästelungen dagegen niedrig ist (Fig. 1248). Darunter befindet sich eine mehr homogene Lage und unter dieser eine weisse, derbe, an den grösseren Kanälen längsgefaltete Faserhaut, in der *Koelliker* keine unzweifelhaften Muskelfasern, sondern nichts als ein kernhaltiges, längsziehendes Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern auffinden konnte, worin ihm *Eberth* und später auch *Henle* beistimmen (man vgl. d. Handb. 4. Aufl. S. 575).



Fig. 1247.

Die Brustwarze (*Papilla m.*) und der Warzenhof (*Areola m.*) besitzen zahlreiche glatte Muskeln, denen sie ihr Zusammenziehungsvermögen verdanken (siehe § 43 Bd. I. S. 163), eine zarte Oberhaut, deren Hornschicht beim Weibe nur 13 μ beträgt, während die *Malpighi*'sche Lage 90 μ dick und in der Tiefe gefärbt ist, und zusammengesetzte Papillen von 70—220 μ. An der Brust selbst sind die Papillen klein (von 28—37 μ) und einfach, und

Fig. 1247. Einige kleinste Läppchen der Milchdrüse einer Puerpera mit ihren Gängen. Vergr. 70. Nach *Langer*.

die Epidermis noch feiner, von 70—90 μ, jedoch mit mächtiger Hornschicht von 45—54 μ. Im Warzenhofe, besonders am Rande desselben, nicht an der Warze selbst, finden sich grössere Schweissdrüsen oft mit eigenthümlichem Inhalte, und grössere Talgdrüsen mit feinen Härchen, welche Drüsen oft von aussen sichtbare Höckerchen bilden (siehe I. Bd. bei den Schweiss- und Talgdrüsen). Talgdrüsen ohne Haare finden sich auch an der Warze bis dicht an die Mündungen der Milchgänge heran. Die *Glandes auréolaires* von *Duval* (*Gl. areolares* oder *Montgomery*'sche Drüsen) sind kleine, accessorische Milchdrüsen von 1—4 mm Durchmesser, welche im Bereiche des Warzenhofes münden.

Die Blutgefässe der Milchdrüse sind zahlreich und umgeben die Drüsenbläschen, ähnlich wie in den Speicheldrüsen, mit einem ziemlich engen Netze von Kapillaren. Die Venen erzeugen im Warzenhofe einen nicht immer ganz geschlossenen Kreis (*Circulus venosus Halleri*). Ebenso reich sind die Saugadern in der Haut, welche die Drüse deckt. In der Drüse selbst finden sich ebenfalls zahlreiche röhren- und sackartige Lymphkapillaren im interlobulären Bindegewebe, die sich längs der Milchgänge zum *Plexus lymphaticus subareolaris* sammeln, aus welchem 2—3 stärkere Stämme zu den Lymphknoten der Achselhöhle ziehen. Im Innern der Läppchen finden sich ebensowenig, als in den Speicheldrüsen (s. § 233) echte Lymphgefässe, sondern nur Bindegewebsspalten (*Langhans*, *Regaud*). Die Nerven der Haut, welche die *Mamma* deckt, stammen von den *NN. supraclaviculares* und den Hautästen des zweiten bis vierten *N. intercostalis*, und gehen die letzteren auch in das Innere der Drüse, die ausserdem noch von einigen mit den Gefässen verlaufenden feinen Zweigchen versorgt wird. Nach den Untersuchungen von *Arnstein* und *Dimitrijewsky* (in Anat. Anz. 1895) verhalten sich die als sekretorische anzusprechenden Nervenendigungen ganz ähnlich, wie in den Speicheldrüsen (siehe § 233 S. 57). Ueber das Vorkommen von Tast- und *Pacini*'schen Körperchen im Bereiche der Brustwarze siehe I. Bd. S. 183 und 185.

Zur Zeit der Milchabsonderung vergrössert sich die Milchdrüse sehr bedeutend. Ihr Gewebe ist nicht mehr gleichförmig weisslich und fest, sondern weicher, körnig und gelappt, mit schönen, von dem weisslichen, gelockerten Zwischengewebe deutlich abgegrenzten, gelbröthlichen Drüsenläppchen. Die Drüsenbläschen und Milchgänge sind weiter, mit Milch gefüllt, die Gefässe ungemein vermehrt. Auch die zur Drüse tretenden Nervenstämmchen sollen sich, nach Untersuchungen *A. Brun*'s bei der weissen Ratte, verdicken und die Zahl der Fasern um circa 42% sich vermehren. Bei den äusseren Theilen ist besonders die Vergrösserung des Warzenhofes und der Warze bemerkenswerth, deren Ursachen auf einem Wachsthume dieser Theile mit allen ihren Elementen, auch den Muskelfasern und kleinen Drüsen, zu beruhen scheinen und nicht in einer einfachen Ausbreitung der Färbung über eine grössere Fläche.

Beim Manne ist die Milchdrüse ganz verkümmert, 1,35—5,4 cm breit und 2—6,7 mm dick, nicht gelappt, und fest. Die Milchgänge entbehren der Milchsäckchen und sind nie so weit entwickelt, wie beim Weibe, indem dieselben entweder in der Form denen entsprechen, die man bei Neugeborenen findet, oder bei grösseren Drüsen mehrfach verästelt und mit einer gewissen Zahl von Endblasen besetzt sind, die ihrer meist bedeutenderen Grösse wegen (sie übertreffen nach *Langer* die Drüsenbläschen des Weibes um das Dreifache, während

Luschka sie nur 45—90 μ gross schildert), nicht für wirkliche Drüsenbläschen zu halten sind. In seltenen, aber bestimmt beobachteten Fällen kann auch hier die Drüse eine solche Entwicklung nehmen, dass sie zur Milchabsonderung tauglich wird.

§ 311.

Milch und feinerer Bau der Milchdrüsen.

Die nur während der Säugeperiode in voller Thätigkeit befindlichen Milchdrüsen sondern die Milch (*lac femininum*) als Sekret ab. Die Milch ist eine Emulsion und besteht aus einer Flüssigkeit, dem Milchplasma und einer Unzahl in derselben schwimmenden, kugeligen Fetttropfen von unmessbarer Feinheit bis zu 2—5, ja selbst 10—12 μ Grösse und darüber. Dies sind die Milchkügelchen, welche der Milch die bläulich weisse oder gelblich weisse Farbe ertheilen, die durch die zahlreichen Reflexionen und Brechungen des Lichtes an den, an sich farblosen, Milchkügelchen bewirkt wird. Das Milchplasma besteht hauptsächlich (gegen 90 %) aus Wasser, in welchem Milchzucker, Eiweisskörper und Salze gelöst sind. Von den Eiweisskörpern ist vorherrschend das Casein, ein Phosphor enthaltendes Nucleoalbumin. Es ist eine Streitfrage, ob das Casein wirklich in Lösung oder in hochgradiger Quellung (*Kehrer*) in der Milch sich findet, ferner ob dasselbe zum Theil als feine membranöse Umhüllung der Milchkügelchen, sogenannte Haptogenmembranen von geronnenem Casein (*Ascherson*) vorkommt. *R. Heidenhain* hielt es zwar für sicher, dass das Casein die Emulgirung des Milchfettes bedinge, doch sollen die Milchkügelchen nur von flüssigen Caseinhäutchen umgeben sein. Im Beginne der Sekretion der Milchdrüsen wird noch keine eigentliche Milch, sondern eine fettarme, etwas fadenziehende Flüssigkeit, das Colostrum, abgesondert, das reichlich zellige Elemente, die Colostrumkörperchen, enthält. Die Colostrumkörperchen sind in der Ruhe kugelige, gewöhnlich zahlreiche Körnchen enthaltende Protoplasmakörper, welche frisch, mit dem heizbaren Objekttische untersucht (wenigstens die kleineren Formen), amöboide Bewegungen zeigen (*S. Stricker* und *Schwarz*, *Bizzozero* und *Vassale*) und mehr weniger zahlreiche Fettkörnchen und Fetttropfen enthalten. Ihre Grösse schwankt zwischen 9—40 μ und darüber, vorherrschend sind solche von 12—16 μ Durchmesser. Die grossen zeigen häufig eine deutlich dottergelbe

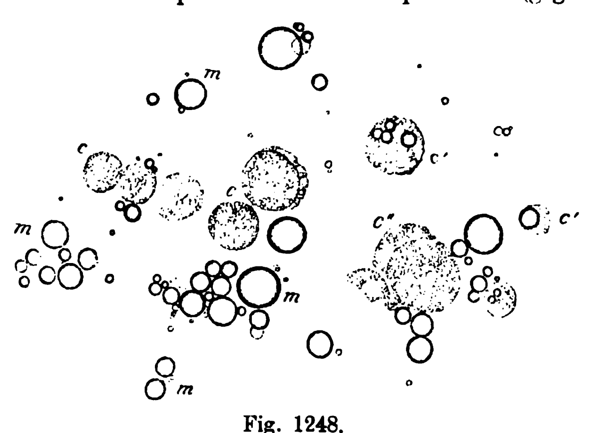


Fig. 1248.

Fig. 1248. Colostrum von einer Schwangeren, frisch. Vergr. 490. *c* Colostrumkörperchen mit kleinen Körnchen; *c'* solche mit deutlichen Milchkügelchen; *c''* grosses Colostrumkörperchen; *m* Milchkügelchen.

Farbe. Sie sind eine körnchenreiche Form von Leukocyten beziehungsweise Phagocyten, welche Milchkügelchen in sich aufgenommen haben (siehe unten) und zeigen nach Säurebehandlung und Färbung dieselben mannigfaltigen Kernformen, wie sie bei typischen Leukocyten vorkommen, nämlich einfache rundliche, polymorphe oder mehrfache Kerne mit spärlichem Kerngerüst (Fig. 1254). Vereinzelt finden sich Colostrumkörperchen auch in der eigentlichen Milch bis zum Ende der Laktationsperiode und sie werden stets sehr zahlreich, wenn während der Laktation die Entleerung der Milch auf längere Zeit unterbrochen wird oder ganz unterbleibt (*Buchholz, A. Czerny, Michaelis*).

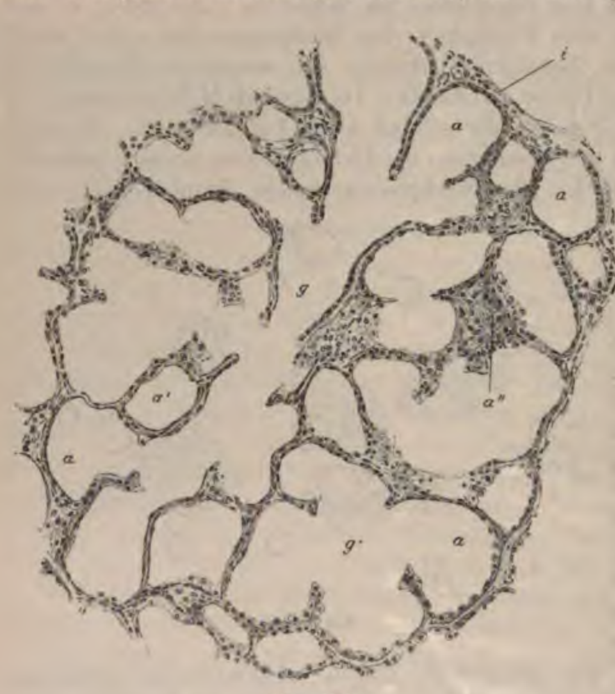


Fig. 1249.

Was nun den feineren Bau der Milchdrüsen und die Vorgänge bei der Milchsekretion betrifft, so war man früher allgemein der Meinung, dass die Milchdrüsen in ihrem Baue sich den Talgdrüsen anschliessen und wie diese den Hauttalg, jene die Milch durch einen nekrobiotischen Prozess, d. h. durch eine direkte Umwandlung ganzer Zellen in Sekret, liefern. Die Colostrumkörperchen, welche man für abgestossene Drüsenzellen hielt, schienen diese Auffassung wesentlich zu stützen. Die Untersuchungen mit den neueren Fixirungs- und Schnittmethoden sprechen aber zweifellos dafür, dass die Milchsekretion im Wesentlichen ebenso vor sich geht, wie die Absonderung in den Drüsen des Verdauungsapparates und in den Schweissdrüsen, nämlich durch Ausscheidung des Sekretes aus den Zellen unter Wahrung des Bestandes derselben.

Die Alveolengänge der absondernden Milchdrüsenläppchen sind überall von einem einreihigen Drüsenepithel ausgekleidet. Die Höhe der Epithelzellen wechselt je nach dem Ausdehnungszustande der Alveolen durch angesammeltes Sekret sehr bedeutend und ist in Alveolen, deren Lichtung 0,07—0,10 mm

Fig. 1249. Von einem Schnitte durch eine laktirende Milchdrüse. Frisch exstirpirt (wegen Carcinom). Sublimat, Kochsalz. Hämatox. Eosin. Vergr 110. Läppchen in voller Ausbildung, Alveolen von Sekret ausgedehnt. *a* Alveolen im Profil; *a'* im Querschnitte; *a''* tangential angeschnitten; *g* Alveolengang im Längsschnitte; *g'* ebenso im Querschnitte; *i* interlobuläres Bindegewebe.

und darüber beträgt, kaum mehr als 2 μ, dagegen in Alveolen von 0,04 mm Lichtung bis 15 μ und darüber (vergl. Fig. 1250 und 1251). Die Kerne der Epithelzellen erscheinen im ersteren Falle etwas abgeplattet, doch dicker als das umgebende Zellplasma und daher etwas gegen die Lichtung der Alveole vorspringend, im zweiten mehr rundlich oder ellipsoidisch; Vermehrungserscheinungen, namentlich Mitosen, sind in vollständig entwickelten Drüsenläppchen im Drüsenepithel nicht zu bemerken, dagegen kommen solche in unentwickelten Läppchen während der ganzen Laktationsperiode vor. Die in der Regel einfachen, 5—9 μ grossen Kerne zeigen ein feines Chromatinnetz und 1—2 Kernkörperchen. Zellen mit zwei Kernen finden sich nur ausnahmsweise, dann aber — wie dies auch in anderen Drüsen, namentlich in der Leber vorkommt — oft mehrere neben einander. Eingelagert im Protoplasma der Zellen sind kleine und grössere Fetttropfen, die, wie man an den hohen Zellen sieht, vorzüglich den inneren, der Lichtung der Alveole zugewendeten Theil der Zelle einnehmen. Untersucht man Lackpräparate, an welchen das Fett gelöst ist, so erscheinen die Zellen an der Innenseite wie vakuolisirt, indem an Stelle der Fetttropfen leere Räume getreten sind, welche entweder ringsum von Protoplasmawaben umgeben, oder an der Innenfläche der Zellen offen sind; Stellen entsprechend, an welchen eben ein Milchkügelchen



Fig. 1250.

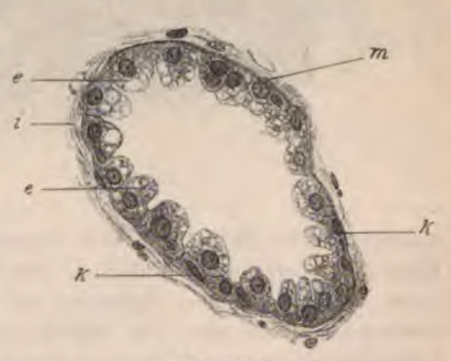


Fig. 1251.

Fig. 1250. Detail aus Fig. 1249. Die dort bei *i* dargestellte Alveole. Vergr. 360. *K* Kern der Drüsenzellen; *Kz* Kern der Korbzellen; *e* Drüsenepithel im Profil, *e'* in der Fläche; *f* Fetttröpfchen; *g* Blutkapillaren; *i* interlobuläres Bindegewebe.

Fig. 1251. Aus einem Schnitte derselben Drüse wie Fig. 1249. Vergr. 360. Milchdrüsenalveole mit hohen, gegen die Lichtung vorragenden, von Fetttröpfchen erfüllten Epithelzellen *e*. *K* Kerne der Korbzellen; *i* Bindegewebe zwischen den Alveolen; *m* Membrana propria.

aus der Zelle auszutreten im Begriffe war. Abgesehen von solchen Bildern, erscheint der Innencontour der Epithelzellen scharf und glatt. Wo das Epithel hoch ist (Fig. 1251), ragen die einzelnen Zellen, häufig durch ziemlich weite Zwischenräume bis nahe an die Basis von einander seitlich getrennt, zungenartig bis 14 μ gegen die Lichtung vor, wie schon *R. Heidenhain* beschrieb und abbildete. Schräg- oder Flachschnitte durch solche Stellen führen dann leicht zu der Täuschung, dass Stücke von Zellen abgestossen werden, während sie thatsächlich nur abgeschnitten wurden. Aehnliches kommt auch in grossen Schweissdrüsen vor. In den Lichtungen solcher Drüsenabschnitte findet man an Lackpräparaten von Drüsenstücken, die in Sublimatgemischen fixirt wurden, entweder gar keinen Inhalt, d. h. es ist alles Fett gelöst und das Plasma gab keine färbbare Fällung, oder es findet sich da und dort ein in Eosin sich roth färbendes Gerinnsel mit Vakuolen von gelösten Fetttropfen herrührend. Wesentlich anders verhalten sich Drüsenläppchen im Beginne und am Ende der Laktationsperiode. Neben zahlreichen Alveolen mit sehr enger Lichtung von 10—20 μ und 20 μ und darüber hohen Zellen, welche noch keine Fetttropfen enthalten, findet man da und dort weitere Schläuche mit 50—80 μ Lichtung, in welcher ein in Eosin roth sich färbendes Gerinnsel mit Körnchen und von Fetttropfen herrührende Vakuolen sich finden, stellenweise auch Zellen vom Ansehen von Leukocyten, theilweise mit deutlich polymorphen Kernen und von Fetttropfen durchsetzt. Die Drüsenzellen, welche auch hier eine einschichtige Lage bilden und nach innen scharf conturirt erscheinen, enthalten manchmal Fetttröpfchen, doch im Ganzen spärlich. Mitosen in Drüsenzellen finden sich da und dort, mit gewöhnlich radiär gestellter Theilungsebene (Fig. 1253, *m*). Zwischen den Drüsenzellen sieht man an vielen Stellen sich durchzwängende Leukocyten, wodurch die Auskleidung der Alveolen ein wechselndes Ansehen



Fig. 1252.

Fig. 1252. Von demselben Schnitte wie Fig. 1249. Vergr. 110. *b* Bindegewebe, zwischen den Alveolen sehr zellenreich; *d* Milchdrüsenalveolen in ruhendem Zustande, *d'* in halber Ausbildung; *g* Blutgefässe im interlobulären Gewebe; *m* grösserer Milchgang mit zweireihigem Epithel im Querschnitte, nur zur Hälfte dargestellt.

erhält und auch wie mehrreihig erscheinen kann. Ausserdem finden sich an solchen Stellen reichlich Leukocyten im interstitiellen Bindegewebe, ferner eosinophile Zellen, wie besonders *Michaelis* betont, sowohl im interalveolären, als in dem die Läppchen umhüllenden Gewebe. Da es sich hier augenscheinlich um Alveolen handelt, welche Colostrum enthalten, so muss man wohl diese durchwandernden Leukocyten als Colostrumkörperchen erklären, während eine Abstossung oder Abschnürung von Epithelzellen nicht zu bemerken ist. Es ist nicht immer leicht, Epithelzellen und Leukocyten zu unterscheiden, doch treten die letzteren an geeigneten Präparaten durch die unregelmässige Form und die stärkere Färbbarkeit der Kerne in der Regel deutlich hervor.

Die *Membrana propria* der Alveolen verhält sich ähnlich wie in den Speicheldrüsen und besteht aus einem strukturlosen Häutchen, welchem nach innen Korbzellen (siehe § 220 S. 46) anliegen. Sie wurden zuerst von *R. Heidenhain* und später von *M. Lacroix* genauer beschrieben, der sie als Muskeln erklärte; eine Auffassung, welche mit Rücksicht auf die morphologische Verwandtschaft der Milch- und Schweissdrüsen nahe liegt und auch von *Benda* vertheidigt wird.

In der ruhenden Drüse zeigen die Alveolengänge und Alveolen eine meist enge Lichtung, welche ein spärliches, in der Regel fettfreies Sekret enthält oder die Lichtung fehlt, namentlich gegen die blinden Enden der Schläuche, gänzlich. Das Epithel erscheint kubisch 5—7 μ hoh, die Kerne der Zellen dichter gedrängt, wodurch das Epithel zweireihig oder wie geschichtet sich darstellt. Die Alveolengänge haben einen Durchmesser von etwa 30—50 μ und ihre Verzweigungen treten wegen des relativ reichlichen interstitiellen Bindegewebes deutlicher hervor. Durch diese Eigenschaften erinnert die ruhende Drüse einigermassen an den embryonalen Zustand, obwohl die deutlich hervortretende *Membrana propria* (von *Langer* als Hof (*halo*) bezeichnet) und das interstitielle, namentlich aber das interlobuläre Bindegewebe. eine Verwechslung mit embryonalen Drüsenformen ausschliessen.

Obwohl *R. Heidenhain* durch seine und *C. Partsch*'s eingehenden Untersuchungen sich zuerst zweifellos überzeugte, dass, wie schon *Kehrer* und *Langer* sahen, das Epithelium der Milchdrüsenalveolen stets einschichtig ist und daher die Milchsekretion nicht nach Art der Talgabsonderung vor sich gehen kann, so hielt er doch an der Vorstellung fest, dass die Milchsekretion wenigstens zum guten Theile auf einer Abschnürung von Zelltheilen und Zellkernen beruhe, während nur ein Theil der Zelle auf der *Membrana propria* zurückbleibe und zur Regeneration der Zelle verwendet werde. Es waren insbesondere einerseits die hohen, mit ihrem inneren Ende frei in die Lichtung der Alveolen ragenden Zellen, andererseits die niedrigen flachen Zellen (vergl. Fig. 1250 u. 1251), welche einer solchen Deutung günstig schienen. Zweifellose Bilder von theilweiser Abstossung von Zellen sind jedoch nicht nachgewiesen und die Colostrumkörperchen, welche *Heidenhain* für eigenthümlich umgewandelte Epithelzellen hielt und die als ein wesentlicher Sekretbestandtheil nur unter besonderen Umständen vorkommen, können zur Stütze der Abschnürungshypothese nicht herangezogen werden, um so weniger, als *Heidenhain* selbst auf Grund von Berechnungen über das Verhältniss des Gewichtes der Milchdrüsen und der in 24 Stunden abgesonderten festen Milchbestandtheile bei Kühen zu dem Resultate kommt, dass die Drüse täglich 2,09 mal sich erneuern müsste, um die organischen Milchbestandtheile durch Zellenzerfall zu liefern, dabei vorausgesetzt, dass die ganze Drüse nur aus Drüsenzellen und nicht auch aus Bindegewebe, Gefässen etc. bestände!

Seit den Untersuchungen von *Bizzozero* und *Vassale* (in *Virchow*'s Arch. 110. Bd.) ist es eine Streitfrage, ob in der laktirenden Milchdrüse mitotische Theilungen der Drüsenzellen vorkommen, oder ob diese mit Beginn der eigentlichen Sekretion aufhören, wie die beiden genannten Autoren, sowie *Szabó* annehmen. Durch die neuesten Untersuchungen *Ottolenghi*'s steht es ausser Zweifel, dass während der ganzen Laktationsperiode sich Mitosen nachweisen lassen. Damit ist aber keineswegs zugleich entschieden, dass die Mitosen der Drüsenzellen in direktem Zusammenhange mit dem Sekretionsprozesse, beziehungsweise mit dem Wiederersatze von Zellen, die bei der Sekretion verbraucht werden, stehen. Es ist vielmehr trotzdem anzunehmen, dass, wie zuerst *Bizzozero* und *Vassale* entschieden vertraten, dieselben Drüsenzellen während der ganzen Laktationsperiode sekretionsfähig sind, ohne dabei zu Grunde zu gehen. Von *R. Heidenhain*, *Nissen*, *Frommel*, *Steinhaus*, *Kadkin* und neuerlich wieder von *Michaelis* wird auf das Vorkommen von freien Kernen und das Zugrundegehen von solchen unter Bildung wesentlicher Milchbestandtheile (Nuclein) hingewiesen. Jedenfalls ist die Ausstossung von Zellkernen aus den Drüsenzellen und Lösung derselben, wie bereits *Benda* hervorhebt, kein so regelmässig zu beobachtender Vorgang, dass derselbe mit der normalen Milchsekretion in eine zweifellose Beziehung gebracht werden könnte und *Ottolenghi* (in Ergebn. d. Anat. u. Entw. 9. Bd., S. 278) findet, dass man zwar Kerndegenerationen sowohl an Leukocyten als an Epithelzellen während der ganzen Laktation beobachten könne, dass aber trotzdem diese Vorgänge nicht direkt zur Sekretion in Beziehung stehen, sondern mit dem Zugrundegehen einzelner Zellen während zeitweiser Rückbildungen.



Fig. 1253.

Nach *Kolossow* sollen die Drüsenzellen durch Intercellularbrücken verbunden sein. Ueber das Vorkommen von Mastzellen und eosinophilen Zellen im Bindegewebe der Milchdrüse vergleiche man ausser den älteren Mittheilungen von *Partsch*, *Barfurth* u. A. insbesondere *Unger*, *Michaelis* und *Ottolenghi*, welch letzterer eosinophile Zellen auch zwischen den Drüsenepithelzellen nachweisen konnte.

Die Herkunft der Colostrumkörperchen ist noch immer Gegenstand widersprechender Angaben. Dass die Colostrumkörper und Fettkügelchen des Colostrum, wie *Nasse* und *Henle* vermutheten, mit einer Bildung von fetthaltigen Zellen in der Milchdrüse im Zusammenhange stehen, und erstere in ihrer gewöhnlichen Form nichts als hüllenlose Zellen, die letzteren aus Zellen frei gewordene Fetttropfen sind, hat *Reinhardt* zuerst nachgewiesen, doch war er geneigt, die Colostrumbildung und die Milchabsonderung zu trennen und die erstere als einen eher pathologischen Vorgang, als eine Fettumwandlung, durch welche die alten Epithelzellen der Drüse vor der eigentlichen Milchbildung nach aussen entleert werden, zu betrachten, namentlich darum, weil er bei der eigentlichen Milchbildung keine fetthaltigen Zellen zu beobachten vermochte. Seit jedoch namentlich *v. Bueren* solche gefunden hatte und demnach die Milch- und Colostrumbildung einander morphologisch ganz entsprechend erschienen, glaubte *Koelliker* eine solche Trennung nicht mehr am Platze und die Colostrumbildung bei Mehrgebärenden kaum anders denn als die Einleitung zur Milchbereitung erklärbar. Dagegen ist *Koelliker* (5. Aufl.) allerdings der Ansicht, dass die Entstehung des ersten Colostrums mit der während der ersten Schwangerschaft sich einstellenden ungemeinen Entwicklung der Milchdrüse zusammenhängt und zum Theil von den während der Bildung der letzten Drüsenenden vergehenden inneren Zellen ihrer anfänglich nicht hohlen Anlagen herrührt. In ähnlicher Weise deutet er auch die Milchbildung bei Neugeborenen, bei denen sicherlich nicht an eine wirkliche Absonderung zu denken sei.

Fig. 1253. Schnitt von derselben Drüse wie Fig. 1249. Vergr. 520. Aus einem mit Colostrum erfüllten Läppchen. *e* Epithelzellen; *f* Epithelzellen mit Fetttröpfchen; *l* Leukocyt; *m* Mitose einer Epithelzelle; *s* Scheidewand zweier Alveolen.

Donné, der Entdecker der Colostrumkörper, giebt an, dass bei Entzündungen und Anschwellungen der Brüste von Säugenden die Milch die Natur von Colostrum annehme, was jedoch *d'Outrepont* und *Münz* leugneten (Neue Zeitschr. f. Geburtsk., Bd. X), ebenso soll nach *Lehmann* (Phys. Chemie II, 327) bei akuten Leiden überhaupt und dann auch bei der Menstruation (*Donné, d'Outrepont*) die Milch Colostrumkörperchen zeigen, welche *Donné*, wenn sie in grösserer Menge da sind, immer als einen Beweis schlechter Milch ansah. — Bei der Klauenseuche fanden *Herberger* und *Donné* die Milch mehr colostrumartig. *R. Virchow* (in Cellularpath. 1858, S. 301) erklärte die Colostrumkörperchen geradezu als fettig degenerirte Drüsenepithelzellen, welche bei der eigentlichen Milchbildung zerfallen.

R. Heidenhain hielt noch 1883 an der herrschenden Meinung fest, dass die Colostrumkörperchen abgestossene Drüsenzellen seien und diese Ansicht fand auch in neuerer Zeit (*v. Brunn*, *Nagel* u. A.) Vertreter. Dagegen hatten schon *Winkler* und namentlich *Rauber* die Leukocytennatur der Colostrumkörperchen vertheidigt, doch schoss letzterer gewiss über das Ziel, indem er überhaupt die Leukocyten als die wesentlichen, Milch bildenden Elemente hinstellte. Dass die Colostrumkörperchen keine Drüsenzellen, sondern Leukocyten sind, halte ich schon durch das morphologische Verhalten der Kerne (Fig. 1254) für sicher erweisbar. Dazu kommt die seit den Untersuchungen von *S. Stricker* und *Schwarz* bekannte, amöboide Beweglichkeit und der Nachweis, dass thatsächlich Leukocyten durch die Alveolenwände in das Innere der Alveolen gelangen, endlich das Fehlen bestimmter Beweise für die Abschnürung von Drüsenzellen. Die Bedeutung der Leukocyten für die Wegschaffung von Sekret, das nicht entleert wird und das, soweit es aus Milchkügelchen besteht, nicht ohne Weiteres resorbirt werden kann, wurde durch *Adb. Czerny* aufgeklärt. Die oft massenhaften Milchkügelchen in den Colostrumkörperchen sind nicht in denselben entstanden, sondern wie die Milchkügelchen in den Leukocyten eines Frosches, dem man Milch in einen Lymphsack gebracht hat, von den Colostrumkörperchen aus dem Sekrete, das die Drüsenzellen absonderten, aufgenommen und erleiden in den Colostrumkörperchen weitere Veränderungen, bis das Fett in einen resorbirbaren Zustand übergeführt ist. Da die ruhende Milchdrüse, wie schon *C. Bruch* betonte (in Untersuch. über die Entwickl. der Gewebe, Frankfurt 1867), stets, wenn auch spärliches, fetthaltiges Sekret enthält, so muss für die Fortschaffung desselben Vorsorge getroffen sein, ebenso wie zur Entfernung jenes der wirklichen Milch ähnlichen Sekrets, welches bei Neugeborenen als sogenannte Hexenmilch beobachtet wird. Leukocyten beziehungsweise Phagocyten, wie sie in Form der Colostrumkörperchen beobachtet werden, scheinen hierzu wohl geeignet und durch die experimentellen Untersuchungen *Adb. Czerny*'s ist es in hohem Grade wahrscheinlich geworden, dass der grösste Theil der Colostrumkörperchen, nachdem diese innerhalb der Drüsenalveolen Milchkügelchen aufgenommen und im Laufe von etwa 4 Stunden in ihrem Innern zu einer feinkörnigen Masse verwandelt haben, wieder rückwärts durch die Alveolenwände wandert, in die Lymphgefässe der Drüse gelangt und durch diese abgeführt wird.



Fig. 1254.

Der Auffassung *Czerny*'s schlossen sich im Wesentlichen auch *Michaelis* und *Unger* an und schon 1887 waren *Bizzozero* und *Vassale* dafür eingetreten, dass

Fig. 1254. Von demselben Colostrum wie Fig. 1248. Getrocknet und mit Essigsäure bismarckbraun gefärbt, in Lack eingeschlossen. Vergr. 490. *c* Colostrumkörperchen mit polymorphen und mehrfachen Kernen; *c'* zwei grosse Colostrumzellen mit einfachem Kerne; *c''* Colostrumkörperchen von einem anderen Präparat, das frisch mit Sublimat fixirt und mit Hämatoxylin-Eisenlack gefärbt wurde. Kern in Mitose. Spindel in schräger Aufsicht.

die Colostrumkörperchen die Bestimmung haben, alles was an Körnchen und Fett-kügelchen in den Drüsenbläschen unverarbeitet bleibt, zu zerstören. Die letzgenannten Autoren sahen auch Mitosen in den Colostrumkörperchen.

§ 312.

Entwicklung der Milchdrüsen.

Die Milchdrüsen gehören zu den Drüsen der Haut, entwickeln sich aber in ganz eigenthümlicher Weise. Bei Thieren (Kaninchen, Schwein, Katze, Hund, Spitzmaus, Maulwurf) tritt, wie zuerst O. Schultze nachwies, die erste Spur der Milchdrüsen in Form einer leistenförmigen Verdickung der Epidermisanlage, der Milchlinie, auf, welche sich von der Wurzel der vorderen Extremität bis zur Inguinalgegend erstreckt. Die Milchlinie ist bei 15 mm langen Schweine-embryonen deutlich sichtbar und zeigt bei [illegible] mm langen 5—7 örtliche Verdickungen, aus welchen später ebenso viele Mammarhügel hervorgehen. Beim menschlichen Embryo ist eine [illegible] Milchlinie nicht erkennbar und dieselbe tritt nach [illegible] nur im pectoralen Theile auf. Die Epidermis-verdickung, aus welcher die Mammarhügel des menschlichen Embryo hervor-gehen, [illegible] Monats [illegible], wie Hugo Schmidt nachwies, [illegible] Mammarhügel stets auch über-zählige [illegible] der Regel wieder verschwinden; [illegible] Hypermastie [illegible] Hyper[illegible] Anlass [illegible] Mittheil. [illegible] Langer [illegible] fanden. [illegible] fünf- [illegible] warzen- [illegible] Oberhaut [illegible] um- [illegible] schon [illegible] Umgebung [illegible] begrenzt. [illegible] Fettmassen [illegible]



[illegible] Drüse mit [illegible] grosser Drüsen-[illegible]

rundliche oder längliche, ebenfalls nicht hohle Knospen zu treiben beginnen. Zur Zeit der Geburt misst die Drüse von 3,5—9 mm und lässt schon deutlich eine gewisse Zahl, 12—15 Abschnitte, erkennen, von denen die inneren, der noch rudimentären Warze näheren, zum Theil einfach flaschenförmig oder mit nur zwei bis drei Ausbuchtungen enden, während die anderen mit einer grösseren Zahl von solchen in Verbindung stehen. Ein jedes dieser unentwickelten Läppchen ist in dem einfachen oder zwei- bis dreimal verästelten Ausführungsgange aus einer Faserhaut von unreifem, zellenhaltigen Bindegewebe und einem kleincylindrischen Epithel zusammengesetzt und deutlich hohl, während die kolbigen Enden, die man hier so wenig wie bei anderen sich bildenden Drüsen schon Endbläschen nennen kann, noch keine Höhlung besitzen, vielmehr neben der von den Gängen auf sie übergehenden Faserhülle durch und durch aus kleinen, kernhaltigen Zellen bestehen. Doch findet einhergehend mit dem Hohlwerden der Drüsengänge bei Neugeborenen bereits eine geringe Sekretion einer colostrumähnlichen Flüssigkeit (sogenannte Hexenmilch) statt, die auch später nach *Bruch* (siehe § 311) nicht ganz verschwindet. Aus der noch sehr einfachen Form der Drüse des Neugeborenen entwickelt sich die spätere dadurch, dass durch lang fortgesetzte Sprossenbildung von den ursprünglichen und jeweilig kolbigen Enden aus und durch hiermit gleichen Schritt haltende Aushöhlung derselben schliesslich ein vielfach verästelter, an seinen Ausläufern von ganzen Gruppen von hohlen Drüsenbläschen besetzter Gang entsteht; doch gehen diese Vorgänge bei der Milchdrüse langsamer als bei irgend einer anderen Drüse vor sich. Nach *Langer*, dem wir hierüber sorgfältige Untersuchungen verdanken, finden sich im kindlichen Alter vor dem Eintritte der Menstruation noch nirgends wirkliche Endbläschen, sondern überall nur unausgebildete Gänge mit kolbenförmigen Enden. Mit dem Eintritte der Pubertät entstehen dann wirkliche Drüsenbläschen, jedoch anfänglich nur am Rande der Drüse, bis endlich mit der ersten Schwangerschaft die ganze Drüse vollkommen sich entwickelt. Nach der ersten Milchabsonderung verkleinert sich zwar die Drüse wieder, bleibt aber in allen ihren Theilen bestehen, um dann bei folgenden Schwangerschaften einfach sich zu vergrössern, ohne neue Theile anzusetzen. Zur Zeit der Involution — vielleicht auch wenn nach einer Schwangerschaft zu lange Zeit vergeht, ohne dass die Drüse in Anspruch genommen wird — bildet sich dieselbe zurück, bis endlich im Alter alle Drüsenbläschen geschwunden sind und nur noch die mehr oder weniger weit erhaltenen, in ihrem Epithel fettig entarteten Milchgänge in dem an die Stelle des Drüsengewebes getretenen Fettpolster zu finden sind.

Die Entwicklung der Milchdrüsen hat mit jener der Talg- und Schweissdrüsen manche Aehnlichkeit, doch liegt hier der ganz eigenthümliche Fall vor, dass aus der primären Verdickung des äusseren Keimblattes, beziehungsweise der Epidermis, welche zur Drüsenanlage in Beziehung steht, nicht eine einzelne Drüse, sondern ein ganzes Drüsenaggregat, das *Corpus mammae* hervorgeht, indem die in die Tiefe wuchernden Gänge schliesslich die Oberfläche der primären Anlage, die zur Epidermis der Warzenspitze wird, entsprechend der Anzahl der Einzeldrüsen als Milchgänge durchbrechen. Die Zahl der Milchgänge an den Zitzen der Thiere ist eine sehr variable; so besitzt die Kuh in der Zitze einen einzigen Gang, den sogenannten Strichkanal, die Stute zwei Gänge, die Raubthiere mehrere u. s. w. Die niedersten Säuger, die Monotremen, besitzen keine Zitzen oder Warzen; die eine milchartige Flüssigkeit absondernden Drüsen münden einfach innerhalb einer vertieften, glatte Muskeln führenden Hautstelle, der sogenannten Mammartasche, auf einer beschränkten Fläche, dem sogenannten

Drüsenfelde, aus welchem die Milch hervorsickert. Die morphologischen Beziehungen dieser primitiven Einrichtungen zu den Mammarorganen der höheren Säugethiere sind seit den Untersuchungen von *Gegenbaur*, *Huss* und *H. Klaatsch* einerseits und *G. Rein* andererseits Gegenstand zahlreicher Erörterungen und entwicklungsgeschichtlicher Studien gewesen, wobei z. B. der Versuch, den Strichkanal der Wiederkäuer als eine vertiefte Mammartasche, dagegen solche Zitzen, die wie die Brustwarzen des Menschen zahlreiche an der Oberfläche befindliche Mündungen der Milchkanäle zeigen, als emporgehobenes Drüsenfeld zu erklären, wohl einige vergleichend-anatomische Thatsachen, aber keine unzweideutigen, entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse zu seinen Gunsten zu Tage förderte. Es sei bezüglich dieser Fragen, welche in einem Handbuche der Histologie nicht eingehender zu erörtern sind, auf die Lehrbücher der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte, sowie auf das Referat von *Bonnet*, Ueber die Mammarorgane (in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklgsgesch. II. Bd. 1892) verwiesen. Was die Stellung der Milchdrüsen zu den anderen Hautdrüsen anlangt, so ist vom histologischen Standpunkte zu betonen, dass ihr Bau, wie aus § 311 hervorgeht, in einigen Punkten jenem der Knäuel- oder Schweissdrüsen gleicht, gar nicht aber jenem der Talgdrüsen, mit ihrem mehrschichtigen, die Lichtung der Drüsenblasen mit abgestossenen verfetteten Zellen erfüllenden Drüsenepithel. Dass die Mammardrüsen der Monotremen umgewandelte Knäueldrüsen sind, hat *Gegenbaur* (1886) schon auf Grund des anatomischen Befundes sehr wahrscheinlich gemacht und *Eggeling* (in Verh. d. anat. Ges. 1900, S. 29) hat jüngst die Entwicklung der Mammardrüsen bei Echidna untersucht, wobei er zu Resultaten kam, welche der Auffassung *Gegenbaur's* vollständig entsprechen.

Litteratur. *Rudolphi*, Bemerkungen über den Bau der Brüste, in den Abh. der Berlin. Akad. im Jahre 1831, S. 337; *A. Cooper*, The anatomy of the breast. London 1839, 4; *C. Langer*, Ueber den Bau u. die Entwicklung der Milchdrüsen, mit 3 Taf., aus den Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. III. Wien 1851; *A. Donné*, Du lait et en particulier du lait des nourrices, Paris 1836; Ueber die mikroskopischen Körperchen im Colostrum, in *Müller's* Arch. 1839, S. 182; Cours de Microscopie. Paris 1844; *Fr. Simon*, Die Frauenmilch, nach ihrem chem. und physiol. Verhalten dargestellt, Berlin 1838; Ueber die *Corps granuleux* von *Donné*, in *Müller's* Arch. 1839, S. 10 u. 187; *J. Henle*, Ueber die mikroskopischen Bestandtheile der Milch, in *Fror*. Not. 1839, Nr. 223; *H. Nasse*, Ueber die mikroskopischen Bestandtheile der Milch, in *Müller's* Arch. 1840, S. 259; *Reinhardt*, im Arch. f. path. Anat. Bd. I, S. 52—64; *Lammerts van Bueren*, Onderzoekingen over de Melkbolletjes, in Nederl. Lancet, 2. Ser., 4 Jaarg. p. 722, oder Observ. microscop. de lacte. Traject. ad Rhenum 1849, Diss.; De Ontwikkeling van de Vormbestandeelen der Melk, in Nederl. Lancet, 2. Ser. 5. Jaarg. p. 1; *Fr. Will*, Ueber die Milchabsonderung, Erlangen 1850, Programm; *Ch. Robin*, De la corrél. exist. entre le devél. de l'Utérus et celui de la mamelle, in Gaz. méd. 1850, Nr. 13; *Moleschott*, Chem. u. mikr. Notizen über die Milch, in Arch. f. phys. Heilk. XI, S. 696; *Luschka*, Zur Anat. d. männl. Brustdrüsen, in *Müller's* Arch. 1852, S. 402; *H. Meckel von Hemsbach*, Path. Anat. d. Brustdrüsen, in Illustr. med. Zeitg. III. S. 141; *K. Harpeck*, in *Reichert's* Studien d. phys. Inst. zu Breslau, 1858, S. 96; *Duval*, Du mamelon et de son auréole, Paris 1861; *W. Gruber*, in Mém. de l'Acad. de Pétersb. X, Nr. 10 (männl. Brustdrüse); *Stricker*, in Wiener Sitzungsber. Bd. LIII. S. 184; *C. Langer*, Die Milchdrüse, in *Stricker's* Handb. S. 627; *F. A. Kehrer*, Zur Morphologie des Milchcaseins, in Arch. f. Gynäk. 2. Bd.; *C. Schwalbe*, Die Membran der Milchkügelchen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 8. Bd., S. 269; *F. A. Kehrer*, Ueber die angeblichen Albuminathüllen der Milchkügelchen, in Arch. f. Gynäk. 3. Bd.; *M. Huss*, Beiträge zur Entwicklung der Milchdrüse, in Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. 7. Bd.; *C. Gegenbaur*, Bemerkungen über die Milchdrüsenpapillen der Säugethiere, Ebenda; *Coine*, Sur les lacunes lymphatiques de la glande mammaire, in C. r. de la Société de Biol. 1874, Nov.; *Winkler*, Bau der Milchdrüse, in Jahresber. d. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. in Dresden 1874; *De Sinéty*, Rech. sur les globules du lait, in Arch. de physiol. 1874, S. 479; *C. Gegenbaur*, Zur genaueren Kenntniss der Zitzen der Säugethiere, in Morphol. Jahrb. 1. Bd. 1875, S. 266; *Langhans*, Die Lymphgefässe der Brustdrüse und

ihre Beziehungen zum Krebs, in Arch. f. Gynäk. 8. Bd., S. 181; *De Sinéty*, Recherches sur la mamelle des nouveau-nés, in Arch. de la physiol. 1875, p. 291; *Creighton*, On the development of the Mamma etc., in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 11, p. 1 (1876); *De Sinéty*, Sur le dévelopment et l'histologie comparée de la mamelle, in Gaz. méd. de Paris 1877, p. 68; *F. N. Winkler*, Beiträge zur Histologie und Nervenvertheilung in der Mamma, in Arch. f. Gynäk. 11. Bd., S. 294; *W. Buchholz*, Das Verhalten der Colostrumkörper bei unterlassener Säugung, Diss. Göttingen, 1877; *H. Schmid*, Zur Lehre von der Milchsekretion, Würzburg 1877, Diss.; *N. Kolessnikow*, Die Histologie der Milchdrüse der Kuh etc., in *Virchow*'s Arch. 70. Bd., S. 531; *A. Rauber*, Ueber den Ursprung der Milch etc., Leipzig 1879; *Derselbe*, Ueber die Absonderung der Milch, in Sitzber. d. naturf. Gesellsch. zu Leipzig 1878, S. 30; *Derselbe*, Bemerkungen über den feineren Bau der Milchdrüsen. in *Schmidt*'s Jahrb. 182. Bd., 1879; *Th. Koelliker*, Beiträge zur Kenntniss der Brustdrüse, in Verh. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg, 1879; *C. Partsch*, Ueber den feineren Bau der Milchdrüse, Diss. Breslau, 1880; *S. Talma*, Beitrag zur Histogenese der weiblichen Brustdrüse, in Arch. f. mikrosk. Anat. 20. Bd., S. 145; *A. Saefftigen*, Anatomie des glandes lactifères etc., in Bull. de l'Acad. imp. des scienc. de St. Pétersbourg T. 27, p. 78 (1881); *G. Rein*, Untersuch. über die embryonale Entwicklung der Milchdrüse, in Arch. f. mikrosk. Anat. 20. Bd., S. 431 u. 21. Bd., S. 678; *Derselbe*, The development of the Mammary gland, in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 16, p. 309; *Winkler*, Zur Priorität über die Beobachtung der Milchentstehung aus weissen Blutkörperchen, in Centralbl. f. Gynäk. 1882, S. 561; *D. Barfurth*, Zur Entwicklung der Milchdrüse, Dissert. Bonn 1882; *H. Klaatsch*, Zur Morphologie der Säugethierzitzen, in Morphol. Jahrb. 9. Bd., S. 253; *R. Heidenhain*, Milchabsonderung, in *L. Hermann*'s Handb. d. Physiol. V. Bd., I. Thl., S. 374; *A. Marcacci*, Il musculo areolo-capuzzolare, in Giorn. d. R. accad. di med. di Torino 1883 und Arch. ital. de Biol. T. IV, p. 292; *Opitz*, Ueber die Begriffe „Milch und Colostrum", in Centralbl. f. d. ges. Medizin 1884, S. 514; *C. Gegenbaur*, Zur Kenntniss der Mammarorgane der Monotremen, Leipzig 1886; *H. W. Middendorp*, Die Injektion der Mamma, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 4. Bd., 1887, S. 51; *Van Tussenbroek*, Bijdrage tot de morphologie van de melk vorming, in Onderz. in het physiol. labor. de Utrechtsche Hoogschool 3. reeks 10. Bd., 1887; *E. Coen*, Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Milchdrüse, in *Ziegler*'s Beitr. z. pathol. Anat. u. Phys. 2. Bd., 1887, S. 85; *E. J. Brush*, The mammary Gland, in Medic. Record, New-York, 1887, Nr. 12; *A. Béchamp*, Sur la nature du lait, in Gaz. méd. de Paris 1888, p. 556 und Compt. rend. de l'acad. T. 107, p. 772; *G. Pacinotti*, Contributo allo studio della patologia chirurgica delle terminazioni nervose, in Arch. per le scienze med. Vol. 12, p. 375 (*Pacini*'sche Körperchen); *E. B. Truman*, The colostrum corpuscle of human milk, in The Lancet 1888, p. 413; *D. Stuckmann*, Experimentelle und histologische Untersuch. über die Regeneration der weiblichen Mammilla, Diss. Bonn, 1889; *O. v. Herff*, Beiträge zur Lehre der Galactorrhoe, Berlin 1889; *L. Baraban*, Lobules mammaires erratiques simulantes des ganglions axillaires etc., in Revue méd. de l'est, Nancy 1890, S. 257; *C. Krapoll*, Experimentelle und histolog. Untersuchungen über die Regeneration der männlichen Mammillen, Diss. Bonn, 1890; *P. Kadkin*, Beiträge zur mikroskop. Anatomie der Milchdrüsen etc., Diss. St. Petersburg, 1890 (russisch); *Adb. Czerny*, Ueber das Colostrum, in Prag. med. Wochenschr. 1890, 15. Bd., S. 401 u. 416; *Derselbe*, Ueber die Brustdrüsensekretion beim Neugeborenen und über das Verhältniss der sogenannten Colostrumkörperchen zur Milchsekretion, in Festschr. zu *E. Henoch*'s 70. Geburtstage; *Frommel*, Zur Histologie und Physiologie der Milchdrüse, in Verh. d. deutsch. Ges. f. Gynäk., 4. Kongress zu Bonn 1891, Leipzig 1892; *H. Klaatsch*, Ueber die Beziehungen zwischen Mammartaschen und Marsupium, in Morphol. Jahrb. 17. Bd., 1891; *Ribbert*, Ueber Regeneration der Mammilla nebst Bemerkungen über ihre Entwicklung, in Arch. f. mikrosk. Anat. 37. Bd. (1891), S. 139; *J. Steinhaus*, Die Morphologie der Milchabsonderung, in Arch. f. Anat. u. Phys. 1892 Suppl.-Bd., S. 54; *H. Klaatsch*, Ueber Mammartaschen bei erwachsenen Hufthieren, in Morphol. Jahrb. 18. Bd. (1892), S. 349; *O. Schultze*, Ueber die erste Anlage des Milchdrüsenapparates, in Anat. Anz. 7. Bd., 1892, S. 265; *Derselbe*, Beitrag zur Entwicklungsgesch der Milchdrüsen, in Verh. d. physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg, N. F. 26. Bd., 1893; *K. Basch*, Anatomie und Physiologie der Brustwarze, in Wiener klin. Wochenschr. 1892, S. 185;

Derselbe, Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Milchapparates, 1. Zur Anatomie und Physiologie der Brustwarze, in Arch. f. Gynäk. 44. Bd., 1893, S. 15; *L. Duclert*, Étude histologique de la sécrétion du lait, Thèse Montpellier, 1893; *H. Klaatsch*, Neues über Mammartaschen, in Morphol. Jahrb. 20. Bd., S. 112; *A. Mori*, Sulle variazioni di struttura della ghiandola mammaria durante la sua attività, in Lo Sperimentale, 1892, p. 444; *H. Klaatsch*, Ueber Marsupialrudimente bei Placentaliern, in Morphol. Jahrb. 20. Bd., 1893; *C. Benda*, Das Verhältniss der Milchdrüsen zu den Hautdrüsen, in Dermatol. Zeitschr. 1. Bd., S. 94; *G. Palazzi*, Sopra alcune differenze microscopiche fra la secrezione mammaria durante la gravidanza e quelle finito l'allattamento, in Ann. di Obstetr. e Ginec. 1894; *Cl. Regaud*, Sur les origines des vaisseaux lymphatiques de la mamelle, in C. r. de la soc. de Biol. Sér. X, T. 1, 1894, p. 495 und Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1894, p. 716; *Lacroix*, De l'existence de cellules en panier dans l'acinus et les conduits excréteurs de la glande mammaire, in Compt. rend. de l'acad. d. scienc. de Paris T. 119 (1894), p. 748; *H. Klaatsch*, Ueber die Mammartaschen und das Marsupium von Echidna, in Verh. d. anat. Gesellsch. 9. Vers. 1895, S. 145; *E. Gutzeit*, Die Schwankungen der mittleren Grösse der Fettkügelchen in der Kuhmilch etc., in Landwirthsch. Jahrber. 24. Bd., S. 539; *J. Szabó*, Die Milchdrüse im Ruhezustande und während ihrer Thätigkeit, in Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Jahrg. 1896, p. 352; *G. Burckhard*, Ueber embryonale Hypermastie und Hyperthelie, Anat. Hefte 8. Bd., 3. H., 1897; *E. Kallius*, Ein Fall von Milchleiste bei einem menschlichen Embryo, Ebenda, 1. H.; *E. Unger*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Milchdrüse, Ebenda, 10. Bd., 2. H., 1898; *Derselbe*, Das Colostrum, in *Virchow*'s Arch. 151. Bd., S. 159; *Heinr. Schmitt*, Ueber die Entwicklung der Milchdrüse und die Hyperthelie menschlicher Embryonen, in Morphol. Arb. 8. Bd., S. 236; *G. Schwalbe*, Ueber die vermeintlichen offenen Mammartaschen bei Hufthieren, Ebenda, S. 341; *L. Michaelis*, Beiträge zur Kenntniss der Milchsekretion, in Arch. f. mikrosk. Anat. 51. Bd., S. 711; *O. Profé*, Beiträge zur Ontogenie und Phylogenie der Mammarorgane, in Anat. Hefte 11. Bd., S. 245; *A. Sticker*, Zur Histologie der Milchdrüse, in Arch. f. mikrosk. Anat. 54. Bd., S. 1; *D. Ottolenghi*, Contribution à l'histologie de la glande mammaire fonctionnante, in Arch. ital. de Biol. T. 32, p. 270; *G. Spampani*, Sopra la glandula mammaria nella segregasione del latte, in Monitore zool. ital. 1899; *G. Schickele*, Beiträge zur Morphologie und Entwicklung der normalen und überzähligen Milchdrüsen, in Zeitschrift f. Morphol. u. Anthropol. 1. Bd., S. 507; *Clara Hamburger*, Studien zur Entwicklung der Mammarorgane, 1. Die Zitze von Pferd und Esel, in Anat. Anz. 18. Bd., S. 16; *D. Ottolenghi*, Zur Histologie der thätigen Milchdrüse, in Verh. d. anat. Gesellsch. 14. Vers. 1900, S. 148; *Eggeling*, Ueber die Hautdrüsen der Monotremen, Ebenda, S. 29; *Cl. Regaud*, Origines des vaisseaux lymphatiques de la gland mammaire, in Bibliogr. anatom. 1900, p. 261; *D. Ottolenghi*, Contributo all' istologia della ghiandola mammaria funzionante, in Mem. della reale Accad. d. sc. di Torino Ser. 2, T. 50, 1901, p. 179 und Arch. f. mikrosk. Anat. 58. Bd.; *M. Cohn*, Ueber Frauenmilch, in Münchn. med. Wochenschr. 1900, S. 753; *Arturo Brun*, Die Nerven der Milchdrüsen während der Laktationsperiode, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 109. Bd. (1900), S. 88; *G. Bizzozero* und *D. Ottolenghi*, Histologie der Milchdrüse, in *Merkel* und *Bonnet*'s Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. IX. Bd.

Vom Gefässsysteme.

§ 313.

Das Gefässsystem besteht aus dem Herzen, den Blut- und den Lymphgefässen, und enthält in seinen Höhlen das Blut, die Lymphe und den *Chylus* mit unzähligen geformten Theilchen. Als besondere Organe erscheinen am Lymphgefässsysteme die Lymphknoten oder Lymphdrüsen.

1. Vom Herzen.

§ 314.

Das Herz ist ein in vier Abschnitte getheilter starker, muskulöser Schlauch, der in seinem serösen Sacke, dem Herzbeutel oder *Pericardium*, eingeschlossen ist und als innere Auskleidung das *Endocardium*, eine Fortsetzung der Wandungen der grossen Gefässe, insonderheit der *Intima* besitzt.

Das *Pericardium* weicht in seinem Baue von anderen serösen Häuten, dem *Peritonaeum* namentlich, nicht wesentlich ab. Das äussere Blatt, das *Pericardium* im engeren Sinne, ist bedeutend dicker und nach aussen mehr fibrös, nach innen bis unter das Endothel mit vielen feinen elastischen Netzen versehen. Sehr zahlreich finden sich diese auch in dem inneren dünnen Blatte des Herzbeutels, dem sogenannten *Epicardium*, das zum Theil mit der Muskulatur sehr innig zusammenhängt, zum Theil, namentlich in den Furchen, durch gewöhnliches Fettgewebe von demselben geschieden ist, welches Fettpolster übrigens nicht selten als eine fast das ganze Herz überziehende subseröse Lage erscheint. Die Gefässe verhalten sich wie anderwärts, und was die Nerven anlangt, so sind in dem äusseren Blatte des Herzbeutels Aestchen vom *Phrenicus* und *Recurrens vagi dextri* nachgewiesen (*Luschka*). Zottenartige Fortsätze, wie an der *Pleura* (siehe § 267), sah *Luschka* auch an den Rändern der Herzohren.

Die Muskelfasern des Herzens sind roth und quergestreift und hängen durch Anastomosen netzartig zusammen. Von ihrem eigenthümlichen feineren Baue soll erst im nächsten Paragraphen ausführlich die Rede sein.

Der Verlauf der Muskelbündel im Herzen ist ein äusserst verwickelter und kann hier nur in allgemeinen Umrissen geschildert werden. Die Muskulaturen der Kammern und Vorkammern sind vollkommen getrennt, haben jedoch beide als vorzüglichste Ursprungsstellen die *Ostia venosa* und *arteriosa* der Kammern. Am ersteren Orte sitzen derbe sehnige Streifen, die sogenannten *Annuli fibrosi*, ein schwächerer in der rechten, ein stärkerer in der linken Kammer, welche im Allgemeinen als am Ansatze der venösen Klappen befindliche Ringe beschrieben werden können, genauer bezeichnet jedoch sowohl vorn rechts und links, als auch hinten von der Aortamündung ausgehen und am vorderen Umfange der *Ostia venosa*, sowie am Scheidewandtheile derselben derber sind, daher diese Faserringe auch häufig als zwei vordere, bogenförmige und ein hinterer, im Septum gelegener und dann in zwei Schenkel sich spaltender Streifen beschrieben werden. Die Faserringe der *Ostia arteriosa* sind bedeutend schwächer als die der *Ostia venosa*, und sitzen am Ursprunge der Semilunarklappen in Gestalt dreier bogenförmig gekrümmter Streifen. An den Vorhöfen finden sich 1. Bündel, die beiden gemeinschaftlich sind, in Form von queren, platten Zügen, die namentlich vorn, dann aber auch oben und hinten von einem *Atrium* auf das andere übergehen und an diesen als Querbündel sich fortsetzen, 2. besondere Bündel. Dieselben bilden einmal an den Mündungen der grossen Venen und an den Spitzen der Herzohren wirkliche Ringe, zweitens unter dem *Endocardium* eine ziemlich mächtige Längsschicht, die von den *Ostia atrioventricularia* entspringt und im rechten Vorhofe eigen-

[illegible] ausgeprägte *Musculi pectinati*. Ausserdem finden sich zwischen den letzteren Muskeln und auch in den Atrien noch viel kleine, ihres unregelmässigen Verhaltens wegen nicht näher zu beschreibende Bündel. Die **Scheidewand** ist zum Theil beiden Vorhöfen gemeinschaftlich. Ihre Muskeln entspringen vom vordersten Theile des oberen Randes der Kammerscheidewand unmittelbar hinter der Aorta vom hinteren Faserringe, gehen rechts bogenförmig um die *Fossa ovalis*, in der nur dünne Bündel sich finden, nach oben und hinten herum, um theils an der *Cava inferior* zu enden, theils einen vollständigen Ring zu bilden, während sie auf der linken Seite in der entgegengesetzten Richtung die eiförmige Grube umkreisen.

Die Muskulatur der **Kammern** ist so angeordnet, dass sie überall an der äusseren und inneren Fläche in sich kreuzender Richtung geht und dazwischen mehr oder weniger deutlich alle Uebergänge der einen in die andere Richtung zeigt. Die Muskelfasern entspringen an den *Ostia venosa* und an der Aorten- und Pulmonalismündung theils unmittelbar, theils kurzsehnig, verlaufen mehr oder weniger schief, zum Theil der Länge nach oder wirklich quer, biegen sich, nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung einen Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder um und enden dann theils in den *Musculi papillares* und *Chordae tendineae*, theils setzen sie sich wieder an die erwähnten Ausgangspunkte an, so dass dieselben mithin, ohne von Sehnen unterbrochen zu sein, grosse, in sehr vielen verschiedenen Richtungen verlaufende, fast überall mehr oder weniger um sich gedrehte Schleifen oder Achtertouren beschreiben. Für weitere Einzelnheiten sei auf die Arbeiten von **Ludwig**, **Donders** (II. cc.) und **Koelliker** (Mikr. Anat.), die späteren Untersuchungen von **Pettigrew**, **Winkler** und die neueren von **Krehl** und **Mac Callum** verwiesen.

Das *Endocardium* ist eine weissliche Haut, die alle Unebenheiten und Vertiefungen der inneren Herzoberfläche, auch die Papillarmuskeln und ihre Sehnen und die Klappen überzieht und im linken Vorhofe am entwickeltsten (bis 0,5 mm), am dünnsten in den Kammern ist, so dass hier das Muskelfleisch in seiner natürlichen Farbe erscheint. Bezüglich auf den Bau besteht dasselbe fast überall aus drei Lagen (Fig. 1256 u. 57), einem **Endothel**, einer dünnen Bindegewebsschicht (Fig. 1256 *b*) und einer vorwiegend **elastischen** Lage, auf welcher die verschiedene Dicke des Endocards an verschiedenen Orten beruht. Das erste ist eine einfache Lage von vieleckigen, meist etwas in die Länge gezogenen, hellen, platten, kernhaltigen Zellen von 15—27 μ Länge, die unmittelbar auf der oberflächlichsten Bindegewebsschicht aufsitzt. Nach der Tiefe geht die bindegewebige Schicht, welche zahlreiche Zellen enthält, in ein Gewebe über, durch das die reichlichsten feineren und gröberen elastischen Netze sich hindurchziehen, und zwar in den Vorhöfen in solcher Menge und selbst mit wahren gefensterten Häuten (siehe § 32) gemengt, dass ihr Endocard fast ganz zu einer elastischen, gelben und mehrschichtigen Haut wird. Nach *Schweigger-Seidel*, dessen Angaben von *Ranvier*, *E. Albrecht* und *Renaut* bestätigt wurden, finden sich im *Endocardium* auch zerstreute Züge von glatten Muskelzellen; doch muss ich es dahin gestellt sein lassen, ob nicht etwa Verwechslungen mit Bindegewebszellen vorlagen. Zu äusserst endlich folgt eine zwar dünne, aber doch in den Kammern wie in den Vorhöfen leicht als Ganzes abzuziehende Bindegewebsschicht, die in den an die elastische Lage grenzenden Theilen noch

feine elastische Elemente enthält und als eine die Muskeln und das eigentliche Endocard vereinende, mehr lockere Lage, ähnlich einem subserösen Bindegewebe z. B., sich darstellt und mit dem *Perimysium internum* des *Myocardium* zusammenhängt. Auf den *Chordae tendineae* fehlt diese lockere Bindegewebsschicht ganz, die auch auf den *Trabeculae* der rechten Kammer und den *Musc. pectinati* sehr dünn ist.

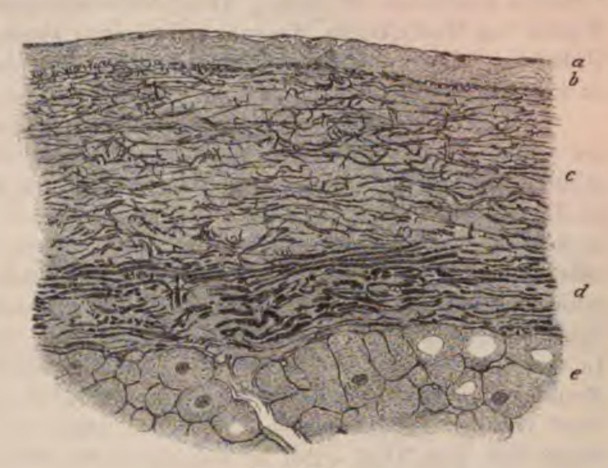


Fig. 1256.

Die **Atrioventricular-Klappen** sind von den Faserringen der *Ostia venosa* ausgehende Blätter, an denen man, wo sie dicker sind, eine mittlere, links stärkere Lage von Bindegewebe mit vielen elastischen Netzen, an deren Bildung die Ausstrahlungen der *Chordae tendineae* sehr wesentlich sich betheiligen, und zwei mit derselben verbundene Blätter des *Endocardium* deutlich unterscheidet. Gegen den freien Rand verschmelzen diese drei Lagen nahezu in eine einzige aus Bindegewebe und elastischen feinen Netzen gebildete, über die dann noch das Epithel herübergeht. — Die **Semilunarklappen** verhalten sich wie die anderen Klappen, nur dass sie dünner sind. Der Endocardbeleg ist an den venösen Klappen auf der Vorhofseite, an den arteriellen auf der Kammerseite stärker. Unter dem vom Vorhofe kommenden Endocarde setzen sich in die Atrioventikularklappen längs- und querlaufende Muskelbündelchen fort, welche das äussere Drittel der



Fig. 1257.

Fig. 1256. Querschnitt durch das Endocard des rechten Vorhofes von einem Hingerichteten. Sublimat. Resorcin-Fuchsinfärbung nach *Weigert*. Vergr. 200. Elastische Fasern dunkel. *a* Endothel; *b* oberflächliche Bindegewebsschicht; *c* mittlere Schicht mit reichlichen elastischen Fasernetzen; *d* tiefe Schicht mit dicken elastischen Fasern; *e* innerste Myocardschicht mit quer geschnittenen Muskelfasern und elastischen Fasern im *Perimysium internum*.

Fig. 1257. Senkrechter Schnitt durch das Endocard des linken Ventrikels von einem Hingerichteten. *Zenker*. Resorcin-Fuchsin nach *Weigert*. Vergr. 200. *b* Bindegewebsschicht unter dem Endothel; *c* mittlere elastische Fasernetze (dunkel); *d* tiefe Schicht des Endocards mit spärlicheren elastischen Fasern; *e* innerste Schicht des Myocard mit Muskelzellen, welche *Purkinje*'schen Zellen ähnlich sind.

Klappe durchsetzen (*Joseph*), häufig aber bis in die Gegend der Ansätze der Chorden zweiter Ordnung reichen (*Gussenbauer*). — In den grösseren *Chordae tendineae* der linken Atrioventrikularklappe beobachtete *Oehl* öfters Bündel von Muskelfasern, die ganz selbständige kleine Bäuche bildeten und nach beiden Seiten zugespitzt in das Sehnengewebe der *Chordae* übergingen, hie und da jedoch auch mit Papillarmuskeln zusammenhingen.

Die Blutgefässe des Herzfleisches sind sehr zahlreich, ähnlich denen der willkürlichen Muskeln (§ 111). Die Kapillaren berühren die Fasern von mehreren Seiten und dringen oft tief zwischen die Faseranastomosen, dass sie im Innern der Fasern zu liegen scheinen (*Meigs*). Die kleinen Venen und noch Venen von 0,2 mm und darüber Durchmesser, haben den Bau von Kapillaren und bestehen nur aus einem feinsten Häutchen, das von Endothel ausgekleidet ist. Das *Endocardium* ist in der Tiefe ziemlich reich an Gefässen, dagegen erstrecken sich dieselben nur spärlich in die inneren Schichten desselben. In den Atrioventrikularklappen sieht man leicht bei Thieren, aber auch beim Menschen (cf. *Luschka* l. c. S. 182 und Fig. 5) einige Gefässchen, die zum Theil von den Papillarmuskeln, vorzüglich aber von der Basis her an sie gelangen und zum Theil selbst in dem eigentlichen Endocardiumüberzug derselben, jedoch spärlich sich verbreiten. Auch die Semilunarklappen sollten nach *Luschka* beständig Gefässe enthalten, was jedoch spätere Untersucher für Erwachsene nicht bestätigen konnten (*v. Langer*, *Curtis*, *Darier*). — Lymphgefässe finden sich an der äusseren Platte des Herzbeutels nur wenige, dagegen sind dieselben unter dem inneren Blatte des Pericards auf dem Muskelfleische in reichlicher Menge vorhanden und lassen sich schon dadurch leicht nachweisen, dass man das Herz einige Tage in Wasser liegen lässt, wie schon *Cruikshank* empfiehlt. Ihre Stämme sammeln sich in den Furchen, verlaufen mit den Blutgefässen und enden in den Drüsen hinter und unter dem *Arcus aortae* an der Theilung der *Trachea*, wohin auch die der Lunge sich begeben. Auch die Herzsubstanz und das Endocard besitzen Lymphgefässe (*Luschka*, *Wedl*, *Eberth* und *Belajeff*) und haben die letztgenannten Forscher die des *Endocardium*, die von 10—250 μ messen, den Bau von Kapillaren haben und weitmaschige Netze bilden, beim Kalbe bis auf 1 cm vom Rande in die venösen Klappen verfolgt und auch in den *Semilunares* am festgewachsenen Theile da und dort noch einige vereinzelte Lymphröhren gesehen. Die Lymphgefässe des *Myocardium* hängen mit jenen des Endocards zusammen und ergiessen sich in jene des Epicards. Sie bilden, wie *Bizzozero* und *Salvioli* (in Arch. per l. scienze med. 1878) zeigten, Netze mit höckerigen Ausbuchtungen und befinden sich vorzüglich in dem Bindegewebe zwischen den sekundären Muskelbündeln, wie *Nyström* nachweist. In den primären Muskelbündeln fehlen im *Perimysium internum* eigentliche Lymphgefässe, dagegen finden sich hier zahlreiche Gewebespalten (*Henle*, *Schweigger-Seidel*, *Skwarzow*, *Novalichin*, *Ranvier*, *Renaut*), welche auch die Blutkapillaren umscheiden und sogar, wie *Nyström* fand, zahlreiche drehrunde, feine Saftkanälchen in die Muskelfasern abgeben, welche zwischen den Muskelsäulchen im Sarcoplasma gelegen sind und in grosser Zahl, wahrscheinlich in der Höhe der *Z*-Streifen, quer zur Achse der Fasern verlaufen. *Nyström* konnte diese, wie Sekretkapillaren von Drüsenzellen sich verhaltenden Röhrchen sowohl durch Imprägnation

rundliche oder längliche, ebenfalls nicht hohle Knospen zu treiben beginnen. Zur Zeit der Geburt misst die Drüse von 3,5—9 mm und lässt schon deutlich eine gewisse Zahl, 12—15 Abschnitte, erkennen, von denen die inneren, der noch rudimentären Warze näheren, zum Theil einfach flaschenförmig oder mit nur zwei bis drei Ausbuchtungen enden, während die anderen mit einer grösseren Zahl von solchen in Verbindung stehen. Ein jedes dieser unentwickelten Läppchen ist in dem einfachen oder zwei- bis dreimal verästelten Ausführungsgange aus einer Faserhaut von unreifem, zellenhaltigen Bindegewebe und einem kleincylindrischen Epithel zusammengesetzt und deutlich hohl, während die kolbigen Enden, die man hier so wenig wie bei anderen sich bildenden Drüsen schon Endbläschen nennen kann, noch keine Höhlung besitzen, vielmehr neben der von den Gängen auf sie übergehenden Faserhülle durch und durch aus kleinen, kernhaltigen Zellen bestehen. Doch findet einhergehend mit dem Hohlwerden der Drüsengänge bei Neugeborenen bereits eine geringe Sekretion einer colostrumähnlichen Flüssigkeit (sogenannte Hexenmilch) statt, die auch später nach **Bruch** (siehe § 311) nicht ganz verschwindet. Aus der noch sehr einfachen Form der Drüse des Neugeborenen entwickelt sich die spätere dadurch, dass durch lang fortgesetzte Sprossenbildung von den ursprünglichen und jeweilig kolbigen Enden aus und durch hiermit gleichen Schritt haltende Aushöhlung derselben schliesslich ein vielfach verästelter, an seinen Ausläufern von ganzen Gruppen von hohlen Drüsenbläschen besetzter Gang entsteht; doch gehen diese Vorgänge bei der Milchdrüse langsamer als bei irgend einer anderen Drüse vor sich. Nach **Langer**, dem wir hierüber sorgfältige Untersuchungen verdanken, finden sich im kindlichen Alter vor dem Eintritte der Menstruation noch nirgends wirkliche Endbläschen, sondern überall nur unausgebildete Gänge mit kolbenförmigen Enden. Mit dem Eintritte der Pubertät entstehen dann wirkliche Drüsenbläschen, jedoch anfänglich nur am Rande der Drüse, bis endlich mit der ersten Schwangerschaft die ganze Drüse vollkommen sich entwickelt. Nach der ersten Milchabsonderung verkleinert sich zwar die Drüse wieder, bleibt aber in allen ihren Theilen bestehen, um dann bei folgenden Schwangerschaften einfach sich zu vergrössern, ohne neue Theile anzusetzen. Zur Zeit der Involution — vielleicht auch wenn nach einer Schwangerschaft zu lange Zeit vergeht, ohne dass die Drüse in Anspruch genommen wird — bildet sich dieselbe zurück, bis endlich im Alter alle Drüsenbläschen geschwunden sind und nur noch die mehr oder weniger weit erhaltenen, in ihrem Epithel fettig entarteten Milchgänge in dem an die Stelle des Drüsengewebes getretenen Fettpolster zu finden sind.

Die Entwicklung der Milchdrüsen hat mit jener der Talg- und Schweissdrüsen manche Aehnlichkeit, doch liegt hier der ganz eigenthümliche Fall vor, dass aus der primären Verdickung des äusseren Keimblattes, beziehungsweise der Epidermis, welche zur Drüsenanlage in Beziehung steht, nicht eine einzelne Drüse, sondern ein ganzes Drüsenaggregat, das *Corpus mammae* hervorgeht, indem die in die Tiefe wuchernden Gänge schliesslich die Oberfläche der primären Anlage, die zur Epidermis der Warzenspitze wird, entsprechend der Anzahl der Einzeldrüsen als Milchgänge durchbrechen. Die Zahl der Milchgänge an den Zitzen der Thiere ist eine sehr variable; so besitzt die Kuh in der Zitze einen einzigen Gang, den sogenannten Strichkanal, die Stute zwei Gänge, die Raubthiere mehrere u. s. w. Die niedersten Säuger, die Monotremen, besitzen keine Zitzen oder Warzen; die eine milchartige Flüssigkeit absondernden Drüsen münden einfach innerhalb einer vertieften, glatte Muskeln führenden Hautstelle, der sogenannten Mammartasche, auf einer beschränkten Fläche, dem sogenannten

Drüsenfelde, aus welchem die Milch hervorsickert. Die morphologischen Beziehungen dieser primitiven Einrichtungen zu den Mammarorganen der höheren Säugethiere sind seit den Untersuchungen von *Gegenbaur*, *Huss* und *H. Klaatsch* einerseits und *G. Rein* andererseits Gegenstand zahlreicher Erörterungen und entwicklungsgeschichtlicher Studien gewesen, wobei z. B. der Versuch, den Strichkanal der Wiederkäuer als eine vertiefte Mammartasche, dagegen solche Zitzen, die wie die Brustwarzen des Menschen zahlreiche an der Oberfläche befindliche Mündungen der Milchkanäle zeigen, als emporgehobenes Drüsenfeld zu erklären, wohl einige vergleichend-anatomische Thatsachen, aber keine unzweideutigen, entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse zu seinen Gunsten zu Tage förderte. Es sei bezüglich dieser Fragen, welche in einem Handbuche der Histologie nicht eingehender zu erörtern sind, auf die Lehrbücher der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte, sowie auf das Referat von *Bonnet*, Ueber die Mammarorgane (in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklgsgesch. II. Bd. 1892) verwiesen. Was die Stellung der Milchdrüsen zu den anderen Hautdrüsen anlangt, so ist vom histologischen Standpunkte zu betonen, dass ihr Bau, wie aus § 311 hervorgeht, in einigen Punkten jenem der Knäuel- oder Schweissdrüsen gleicht, gar nicht aber jenem der Talgdrüsen, mit ihrem mehrschichtigen, die Lichtung der Drüsenblasen mit abgestossenen verfetteten Zellen erfüllenden Drüsenepithel. Dass die Mammardrüsen der Monotremen umgewandelte Knäueldrüsen sind, hat *Gegenbaur* (1886) schon auf Grund des anatomischen Befundes sehr wahrscheinlich gemacht und *Eggeling* (in Verh. d. anat. Ges. 1900, S. 29) hat jüngst die Entwicklung der Mammardrüsen bei Echidna untersucht, wobei er zu Resultaten kam, welche der Auffassung *Gegenbaur*'s vollständig entsprechen.

Litteratur. *Rudolphi*, Bemerkungen über den Bau der Brüste, in den Abh. der Berlin. Akad. im Jahre 1831, S. 337; *A. Cooper*, The anatomy of the breast. London 1839, 4; *C. Langer*, Ueber den Bau u. die Entwicklung der Milchdrüsen, mit 3 Taf., aus den Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. III. Wien 1851; *A. Donné*, Du lait et en particulier du lait des nourrices, Paris 1836; Ueber die mikroskopischen Körperchen im Colostrum, in *Müller*'s Arch. 1839, S. 182; Cours de Microscopie. Paris 1844; *Fr. Simon*, Die Frauenmilch, nach ihrem chem. und physiol. Verhalten dargestellt, Berlin 1838; Ueber die *Corps granuleux* von *Donné*, in *Müller*'s Arch. 1839, S. 10 u. 187; *J. Henle*, Ueber die mikroskopischen Bestandtheile der Milch, in *Fror.* Not. 1839, Nr. 223; *H. Nasse*, Ueber die mikroskopischen Bestandtheile der Milch, in *Müller*'s Arch. 1840, S. 259; *Reinhardt*, im Arch. f. path. Anat. Bd. I, S. 52—64; *Lammerts van Bueren*, Onderzoekingen over de Melkbolletjes, in Nederl. Lancet, 2. Ser., 4 Jaarg. p. 722, oder Observ. microscop. de lacte. Traject. ad Rhenum 1849, Diss.; De Ontwikkeling van de Vormbestandeelen der Melk, in Nederl. Lancet, 2. Ser. 5. Jaarg. p. 1; *Fr. Will*, Ueber die Milchabsonderung, Erlangen 1850, Programm; *Ch. Robin*, De la corrél. exist. entre le devél. de l'Utérus et celui de la mamelle, in Gaz. méd. 1850, Nr. 13; *Moleschott*, Chem. u. mikr. Notizen über die Milch, in Arch. f. phys. Heilk. XI, S. 696; *Luschka*, Zur Anat. d. männl. Brustdrüsen, in *Müller*'s Arch. 1852, S. 402; *H. Meckel von Hemsbach*, Path. Anat. d. Brustdrüsen, in Illustr. med. Zeitg. III. S. 141; *K. Harpeck*, in *Reichert*'s Studien d. phys. Inst. zu Breslau, 1858, S. 96; *Duval*, Du mamelon et de son auréole, Paris 1861; *W. Gruber*, in Mém. de l'Acad. de Pétersb. X, Nr. 10 (männl. Brustdrüse); *Stricker*, in Wiener Sitzungsber. Bd. LIII. S. 184; *C. Langer*, Die Milchdrüse, in *Stricker*'s Handb. S. 627; *F. A. Kehrer*, Zur Morphologie des Milchcaseins, in Arch. f. Gynäk. 2. Bd.; *C. Schwalbe*, Die Membran der Milchkügelchen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 8. Bd., S. 269; *F. A. Kehrer*, Ueber die angeblichen Albuminathüllen der Milchkügelchen, in Arch. f. Gynäk. 3. Bd.; *M. Huss*, Beiträge zur Entwicklung der Milchdrüse, in Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. 7. Bd.; *C. Gegenbaur*, Bemerkungen über die Milchdrüsenpapillen der Säugethiere, Ebenda; *Coine*, Sur les lacunes lymphatiques de la glande mammaire, in C. r. de la Société de Biol. 1874, Nov.; *Winkler*, Bau der Milchdrüse, in Jahresber. d. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. in Dresden 1874; *De Sinéty*, Rech. sur les globules du lait, in Arch. de physiol. 1874, S. 479; *C. Gegenbaur*, Zur genaueren Kenntniss der Zitzen der Säugethiere, in Morphol. Jahrb. 1. Bd. 1875, S. 266; *Langhans*, Die Lymphgefässe der Brustdrüse und

ihre Beziehungen zum Krebs, in Arch. f. Gynäk. 8. Bd., S. 181; *De Sinéty*, Recherches sur la mamelle des nouveau-nés, in Arch. de la physiol. 1875, p. 291; *Creighton*, On the development of the Mamma etc., in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 11, p. 1 (1876); *De Sinéty*, Sur le développment et l'histologie comparée de la mamelle, in Gaz. méd. de Paris 1877, p. 68; *F. N. Winkler*, Beiträge zur Histologie und Nervenvertheilung in der Mamma, in Arch. f. Gynäk. 11. Bd., S. 294; *W. Buchholz*, Das Verhalten der Colostrumkörper bei unterlassener Säugung, Diss. Göttingen, 1877; *H. Schmid*, Zur Lehre von der Milchsekretion, Würzburg 1877, Diss.; *N. Kolessnikow*, Die Histologie der Milchdrüse der Kuh etc., in *Virchow*'s Arch. 70. Bd., S. 531; *A. Rauber*, Ueber den Ursprung der Milch etc., Leipzig 1879; *Derselbe*, Ueber die Absonderung der Milch, in Sitzber. d. naturf. Gesellsch. zu Leipzig 1878, S. 30; *Derselbe*, Bemerkungen über den feineren Bau der Milchdrüsen. in *Schmidt*'s Jahrb. 182. Bd., 1879; *Th. Koelliker*, Beiträge zur Kenntniss der Brustdrüse, in Verh. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg, 1879; *C. Partsch*, Ueber den feineren Bau der Milchdrüse, Diss. Breslau, 1880; *S. Talma*, Beitrag zur Histogenese der weiblichen Brustdrüse, in Arch. f. mikrosk. Anat. 20. Bd., S. 145; *A. Saefftigen*, Anatomie des glandes lactifères etc., in Bull. de l'Acad. imp. des scienc. de St. Pétersbourg T. 27, p. 78 (1881); *G. Rein*, Untersuch. über die embryonale Entwicklung der Milchdrüse, in Arch. f. mikrosk. Anat. 20. Bd., S. 431 u. 21. Bd., S. 678; *Derselbe*, The development of the Mammary gland, in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 16, p. 309; *Winkler*, Zur Priorität über die Beobachtung der Milchentstehung aus weissen Blutkörperchen, in Centralbl. f. Gynäk. 1882, S. 561; *D. Barfurth*, Zur Entwicklung der Milchdrüse, Dissert. Bonn 1882; *H. Klaatsch*, Zur Morphologie der Säugethierzitzen, in Morphol. Jahrb. 9. Bd., S. 253; *R. Heidenhain*, Milchabsonderung, in *L. Hermann*'s Handb. d. Physiol. V. Bd., I. Thl., S. 374; *A. Marcacci*, Il musculo areolo-capuzzolare, in Giorn. d. R. accad. di med. di Torino 1883 und Arch. ital. de Biol. T. IV, p. 292; *Opitz*, Ueber die Begriffe „Milch und Colostrum", in Centralbl. f. d. ges. Medizin 1884, S. 514; *C. Gegenbaur*, Zur Kenntniss der Mammarorgane der Monotremen, Leipzig 1886; *H. W. Middendorp*, Die Injektion der Mamma, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 4. Bd., 1887, S. 51; *Van Tussenbroek*, Bijdrage tot de morphologie van de melk vorming, in Onderz. in het physiol. labor. de Utrechtsche Hoogschool 3. reeks 10. Bd., 1887; *E. Coen*, Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Milchdrüse, in *Ziegler*'s Beitr. z. pathol. Anat. u. Phys. 2. Bd., 1887, S. 85; *E. J. Brush*, The mammary Gland, in Medic. Record, New-York, 1887, Nr. 12; *A. Béchamp*, Sur la nature du lait, in Gaz. méd. de Paris 1888, p. 556 und Compt. rend. de l'acad. T. 107, p. 772; *G. Pacinotti*, Contributo allo studio della patologia chirurgica delle terminazioni nervose, in Arch. per le scienze med. Vol. 12, p. 375 (*Pacini*'sche Körperchen); *E. B. Trumau*, The colostrum corpuscle of human milk, in The Lancet 1888, p. 413; *D. Stuckmann*, Experimentelle und histologische Untersuch. über die Regeneration der weiblichen Mammilla, Diss. Bonn, 1889; *O. v. Herff*, Beiträge zur Lehre der Galactorrhoe, Berlin 1889; *L. Baraban*, Lobules mammaires erratiques simulantes des ganglions axillaires etc., in Revue méd. de l'est, Nancy 1890, S. 257; *C. Krapoll*, Experimentelle und histolog. Untersuchungen über die Regeneration der männlichen Mammillen, Diss. Bonn, 1890; *P. Kadkin*, Beiträge zur mikroskop. Anatomie der Milchdrüsen etc., Diss. St. Petersburg, 1890 (russisch); *Adb. Czerny*, Ueber das Colostrum, in Prag. med. Wochenschr. 1890, 15. Bd., S. 401 u. 416; *Derselbe*, Ueber die Brustdrüsensekretion beim Neugeborenen und über das Verhältniss der sogenannten Colostrumkörperchen zur Milchsekretion, in Festschr. zu *E. Henoch*'s 70. Geburtstage; *Frommel*, Zur Histologie und Physiologie der Milchdrüse, in Verh. d. deutsch. Ges. f. Gynäk., 4. Kongress zu Bonn 1891, Leipzig 1892; *H. Klaatsch*, Ueber die Beziehungen zwischen Mammartaschen und Marsupium, in Morphol. Jahrb. 17. Bd., 1891; *Ribbert*, Ueber Regeneration der Mammilla nebst Bemerkungen über ihre Entwicklung, in Arch. f. mikrosk. Anat. 37. Bd. (1891), S. 139; *J. Steinhaus*, Die Morphologie der Milchabsonderung, in Arch. f. Anat. u. Phys. 1892 Suppl.-Bd., S. 54; *H. Klaatsch*, Ueber Mammartaschen bei erwachsenen Hufthieren, in Morphol. Jahrb. 18. Bd. (1892), S. 349; *O. Schultze*, Ueber die erste Anlage des Milchdrüsenapparates, in Anat. Anz. 7. Bd., 1892, S. 265; *Derselbe*, Beitrag zur Entwicklungsgesch der Milchdrüsen, in Verh. d. physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg, N. F. 26. Bd., 1893; *K. Basch*, Anatomie und Physiologie der Brustwarze, in Wiener klin. Wochenschr. 1892, S. 185;

Derselbe. Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Milchapparates, 1. Zur Anatomie und Physiologie der Brustwarze, in Arch. f. Gynäk. 44. Bd., 1893, S. 15; *L. Duclert*, Étude histologique de la sécrétion du lait, Thèse Montpellier, 1893; *H. Klaatsch*, Neues über Mammartaschen, in Morphol. Jahrb. 20. Bd., S. 112; *A. Mori*, Sulle variazioni di struttura della ghiandola mammaria durante la sua attività, in Lo Sperimentale, 1892, p. 444; *H. Klaatsch*, Ueber Marsupialrudimente bei Placentaliern, in Morphol. Jahrb. 20. Bd., 1893; *C. Benda*, Das Verhältniss der Milchdrüsen zu den Hautdrüsen, in Dermatol. Zeitschr. 1. Bd., S. 94; *G. Palazzi*, Sopra alcune differenze microscopiche fra la secrezione mammaria durante la gravidanza e quelle finito l'allattamento, in Ann. di Obstetr. e Ginec. 1894; *Cl. Regaud*, Sur les origines des vaisseaux lymphatiques de la mamelle, in C. r. de la soc. de Biol. Sér. X, T. 1, 1894, p. 495 und Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1894, p. 716; *Lacroix*, De l'existence de cellules en panier dans l'acinus et les conduits excréteurs de la glande mammaire, in Compt. rend. de l'acad. d. scienc. de Paris T. 119 (1894), p. 748; *H. Klaatsch*, Ueber die Mammartaschen und das Marsupium von Echidna, in Verh. d. anat. Gesellsch. 9. Vers. 1895, S. 145; *E. Gutzeit*, Die Schwankungen der mittleren Grösse der Fettkügelchen in der Kuhmilch etc., in Landwirthsch. Jahrber. 24. Bd., S. 539; *J. Szabó*, Die Milchdrüse im Ruhezustande und während ihrer Thätigkeit, in Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Jahrg. 1896, p. 352; *G. Burckhard*, Ueber embryonale Hypermastie und Hyperthelie, Anat. Hefte 8. Bd., 3. H., 1897; *E. Kallius*, Ein Fall von Milchleiste bei einem menschlichen Embryo, Ebenda, 1. H.; *E. Unger*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Milchdrüse, Ebenda, 10. Bd., 2. H., 1898; *Derselbe*, Das Colostrum, in *Virchow*'s Arch. 151. Bd., S. 159; *Heinr. Schmitt*, Ueber die Entwicklung der Milchdrüse und die Hyperthelie menschlicher Embryonen, in Morphol. Arb. 8. Bd., S. 236; *G. Schwalbe*, Ueber die vermeintlichen offenen Mammartaschen bei Hufthieren, Ebenda, S. 341; *L. Michaelis*, Beiträge zur Kenntniss der Milchsekretion, in Arch. f. mikrosk. Anat. 51. Bd, S. 711; *O. Profé*, Beiträge zur Ontogenie und Phylogenie der Mammarorgane, in Anat. Hefte 11. Bd., S. 245; *A. Sticker*, Zur Histologie der Milchdrüse, in Arch. f. mikrosk. Anat. 54. Bd., S. 1; *D. Ottolenghi*, Contribution à l'histologie de la glande mammaire fonctionnante, in Arch. ital. de Biol. T. 32, p. 270; *G. Spampani*, Sopra la glandula mammaria nella segregasione del latte, in Monitore zool. ital. 1899; *G. Schickele*, Beiträge zur Morphologie und Entwicklung der normalen und überzähligen Milchdrüsen, in Zeitschrift f. Morphol. u. Anthropol. 1. Bd., S. 507; *Clara Hamburger*, Studien zur Entwicklung der Mammarorgane, 1. Die Zitze von Pferd und Esel, in Anat. Anz. 18. Bd., S. 16; *D. Ottolenghi*, Zur Histologie der thätigen Milchdrüse, in Verh. d. anat. Gesellsch. 14. Vers. 1900, S. 148; *Eggeling*, Ueber die Hautdrüsen der Monotremen, Ebenda, S. 29; *Cl. Regaud*, Origines des vaisseaux lymphatiques de la gland mammaire, in Bibliogr. anatom. 1900, p. 261; *D. Ottolenghi*, Contributo all' istologia della ghiandola mammaria funzionante, in Mem. della reale Accad. d. sc. di Torino Ser. 2, T. 50, 1901, p. 179 und Arch. f. mikrosk. Anat. 58. Bd.; *M. Cohn*, Ueber Frauenmilch, in Münchn. med. Wochenschr. 1900, S. 753; *Arturo Brun*, Die Nerven der Milchdrüsen während der Laktationsperiode, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 109. Bd. (1900), S. 88; *G. Bizzozero* und *D. Ottolenghi*, Histologie der Milchdrüse, in *Merkel* und *Bonnet*'s Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. IX. Bd.

Vom Gefässsysteme.

§ 313.

Das Gefässsystem besteht aus dem Herzen, den Blut- und den Lymphgefässen, und enthält in seinen Höhlen das Blut, die Lymphe und den *Chylus* mit unzähligen geformten Theilchen. Als besondere Organe erscheinen am Lymphgefässsysteme die Lymphknoten oder Lymphdrüsen.

1. Vom Herzen.

§ 314.

Das Herz ist ein in vier Abschnitte getheilter starker, muskulöser Schlauch, der in seinem serösen Sacke, dem Herzbeutel oder *Pericardium*, eingeschlossen ist und als innere Auskleidung das *Endocardium*, eine Fortsetzung der Wandungen der grossen Gefässe, insonderheit der *Intima* besitzt.

Das *Pericardium* weicht in seinem Baue von anderen serösen Häuten, dem *Peritonaeum* namentlich, nicht wesentlich ab. Das äussere Blatt, das *Pericardium* im engeren Sinne, ist bedeutend dicker und nach aussen mehr fibrös, nach innen bis unter das Endothel mit vielen feinen elastischen Netzen versehen. Sehr zahlreich finden sich diese auch in dem inneren dünnen Blatte des Herzbeutels, dem sogenannten *Epicardium*, das zum Theil mit der Muskulatur sehr innig zusammenhängt, zum Theil, namentlich in den Furchen, durch gewöhnliches Fettgewebe von demselben geschieden ist, welches Fettpolster übrigens nicht selten als eine fast das ganze Herz überziehende subseröse Lage erscheint. Die Gefässe verhalten sich wie anderwärts, und was die Nerven anlangt, so sind in dem äusseren Blatte des Herzbeutels Aestchen vom *Phrenicus* und *Recurrens vagi dextri* nachgewiesen (*Luschka*). Zottenartige Fortsätze, wie an der *Pleura* (siehe § 267), sah *Luschka* auch an den Rändern der Herzohren.

Die Muskelfasern des Herzens sind roth und quergestreift und hängen durch Anastomosen netzartig zusammen. Von ihrem eigenthümlichen feineren Baue soll erst im nächsten Paragraphen ausführlich die Rede sein.

Der Verlauf der Muskelbündel im Herzen ist ein äusserst verwickelter und kann hier nur in allgemeinen Umrissen geschildert werden. Die Muskulaturen der Kammern und Vorkammern sind vollkommen getrennt, haben jedoch beide als vorzüglichste Ursprungsstellen die *Ostia venosa* und *arteriosa* der Kammern. Am ersteren Orte sitzen derbe sehnige Streifen, die sogenannten *Annuli fibrosi*, ein schwächerer in der rechten, ein stärkerer in der linken Kammer, welche im Allgemeinen als am Ansatze der venösen Klappen befindliche Ringe beschrieben werden können, genauer bezeichnet jedoch sowohl vorn rechts und links, als auch hinten von der Aortamündung ausgehen und am vorderen Umfange der *Ostia venosa*, sowie am Scheidewandtheile derselben derber sind, daher diese Faserringe auch häufig als zwei vordere, bogenförmige und ein hinterer, im Septum gelegener und dann in zwei Schenkel sich spaltender Streifen beschrieben werden. Die Faserringe der *Ostia arteriosa* sind bedeutend schwächer als die der *Ostia venosa*, und sitzen am Ursprunge der Semilunarklappen in Gestalt dreier bogenförmig gekrümmter Streifen. An den Vorhöfen finden sich 1. Bündel, die beiden gemeinschaftlich sind, in Form von queren, platten Zügen, die namentlich vorn, dann aber auch oben und hinten von einem *Atrium* auf das andere übergeben und an diesen als Querbündel sich fortsetzen, 2. besondere Bündel. Dieselben bilden einmal an den Mündungen der grossen Venen und an den Spitzen der Herzohren wirkliche Ringe, zweitens unter dem *Endocardium* eine ziemlich mächtige Längsschicht, die von den *Ostia atrioventricularia* entspringt und im rechten Vorhofe eigen-

thümlich ausgeprägt ist (*Musculi pectinati*). Ausserdem finden sich zwischen den letzteren Muskeln und auch in den Auriculae noch viel kleine, ihres unregelmässigen Verhaltens wegen nicht näher zu beschreibende Bündel. Die Scheidewand ist zum Theil beiden Vorhöfen gemeinschaftlich. Ihre Muskeln entspringen vom vordersten Theile des oberen Randes des Kammerscheidewand unmittelbar hinter der Aorta vom hinteren Faserringe, gehen rechts bogenförmig um die *Fossa ovalis*, in der nur dünne Bündel sich finden, nach oben und hinten herum, um theils an der *Cava inferior* zu enden, theils einen vollständigen Ring zu bilden, während sie auf der linken Seite in der entgegengesetzten Richtung die eiförmige Grube umkreisen.

Die Muskulatur der Kammern ist so angeordnet, dass sie überall an der äusseren und inneren Fläche in sich kreuzender Richtung geht und dazwischen mehr oder weniger deutlich alle Uebergänge der einen in die andere Richtung zeigt. Die Muskelfasern entspringen an den *Ostia venosa* und an der Aorten- und Pulmonalismündung theils unmittelbar, theils kurzsehnig, verlaufen mehr oder weniger schief, zum Theil der Länge nach oder wirklich quer, biegen sich, nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung einen Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder um und enden dann theils in den *Musculi papillares* und *Chordae tendineae*, theils setzen sie sich wieder an die erwähnten Ausgangspunkte an, so dass dieselben mithin, ohne von Sehnen unterbrochen zu sein, grosse, in sehr vielen verschiedenen Richtungen verlaufende, fast überall mehr oder weniger um sich gedrehte Schleifen oder Achterzüge beschreiben. Für weitere Einzelnheiten sei auf die Arbeiten von *Ludwig*, *Donders* (II. cc.) und *Koelliker* (Mikr. Anat.), die späteren Untersuchungen von *Pettigrew*, *Winkler* und die neueren von *Krehl* und *Mac Callum* verwiesen.

Das *Endocardium* ist eine weissliche Haut, die alle Unebenheiten und Vertiefungen der inneren Herzoberfläche, auch die Papillarmuskeln und ihre Sehnen und die Klappen überzieht und im linken Vorhofe am entwickeltsten (bis 0,6 mm), am dünnsten in den Kammern ist, so dass hier das Muskelfleisch in seiner natürlichen Farbe erscheint. Bezüglich auf den Bau besteht dasselbe fast überall aus drei Lagen (Fig. 1256 u. 57), einem Endothel, einer dünnen Bindegewebsschicht (Fig. 1256 *b*) und einer vorwiegend elastischen Lage, auf welcher die verschiedene Dicke des Endocards an verschiedenen Orten beruht. Das erste ist eine einfache Lage von vieleckigen, meist etwas in die Länge gezogenen, hellen, platten, kernhaltigen Zellen von 15—27 μ Länge, die unmittelbar auf der oberflächlichsten Bindegewebsschicht aufsitzt. Nach der Tiefe geht die bindegewebige Schicht, welche zahlreiche Zellen enthält, in ein Gewebe über, durch das die reichlichsten feineren und gröberen elastischen Netze sich hindurchziehen, und zwar in den Vorhöfen in solcher Menge und selbst mit wahren gefensterten Häuten (siehe § 32) gemengt, dass ihr Endocard fast ganz zu einer elastischen, gelben und mehrschichtigen Haut wird. Nach *Schweigger-Seidel*, dessen Angaben von *Ranvier*, *E. Albrecht* und *Renaut* bestätigt wurden, finden sich im *Endocardium* auch zerstreute Züge von glatten Muskelzellen; doch muss ich es dahin gestellt sein lassen, ob nicht etwa Verwechslungen mit Bindegewebszellen vorlagen. Zu äusserst endlich folgt eine zwar dünne, aber doch in den Kammern wie in den Vorhöfen leicht als Ganzes abzuziehende Bindegewebsschicht, die in den an die elastische Lage grenzenden Theilen noch

feine elastische Elemente enthält und als eine die Muskeln und das eigentliche Endocard vereinende, mehr lockere Lage, ähnlich einem subserösen Bindegewebe z. B., sich darstellt und mit dem *Perimysium internum* des *Myocardium* zusammenhängt. Auf den *Chordae tendineae* fehlt diese lockere Bindegewebsschicht ganz, die auch auf den *Trabeculae* der rechten Kammer und den *Musc. pectinati* sehr dünn ist.

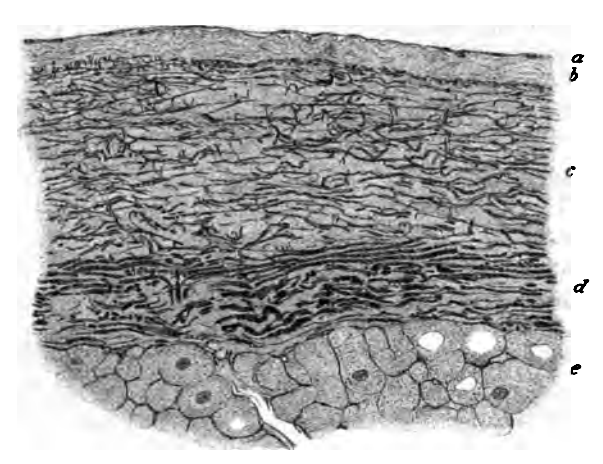


Fig. 1256.

Die Atrioventricular-Klappen sind von den Faserringen der *Ostia venosa* ausgehende Blätter, an denen man, wo sie dicker sind, eine mittlere, links stärkere Lage von Bindegewebe mit vielen elastischen Netzen, an deren Bildung die Ausstrahlungen der *Chordae tendineae* sehr wesentlich sich betheiligen, und zwei mit derselben verbundene Blätter des *Endocardium* deutlich unterscheidet. Gegen den freien Rand verschmelzen diese drei Lagen nahezu in eine einzige aus Bindegewebe und elastischen feinen Netzen gebildete, über die dann noch das Epithel herübergeht. — Die Semilunarklappen verhalten sich wie die anderen Klappen, nur dass sie dünner sind. Der Endocardbeleg ist an den venösen Klappen auf der Vorhofseite, an den arteriellen auf der Kammerseite stärker. Unter dem vom Vorhofe kommenden Endocarde setzen sich in die Atrioventikularklappen längs- und querlaufende Muskelbündelchen fort, welche das äussere Drittel der

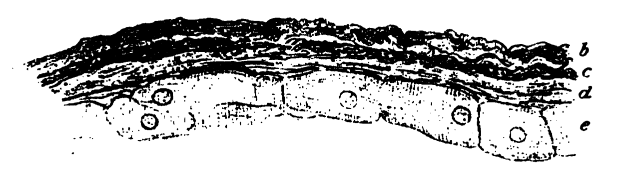


Fig. 1257.

Fig. 1256. Querschnitt durch das Endocard des rechten Vorhofes von einem Hingerichteten. Sublimat. Resorcin-Fuchsinfärbung nach *Weigert*. Vergr. 200. Elastische Fasern dunkel. *a* Endothel; *b* oberflächliche Bindegewebsschicht; *c* mittlere Schicht mit reichlichen elastischen Fasernetzen; *d* tiefe Schicht mit dicken elastischen Fasern; *e* innerste Myocardschicht mit quer geschnittenen Muskelfasern und elastischen Fasern im *Perimysium internum*.

Fig. 1257. Senkrechter Schnitt durch das Endocard des linken Ventrikels von einem Hingerichteten. *Zenker*. Resorcin-Fuchsin nach *Weigert*. Vergr. 200. *b* Bindegewebsschicht unter dem Endothel; *c* mittlere elastische Fasernetze (dunkel); *d* tiefe Schicht des Endocards mit spärlicheren elastischen Fasern; *e* innerste Schicht des Myocard mit Muskelzellen, welche *Purkinje*'schen Zellen ähnlich sind.

Klappe durchsetzen (*Joseph*), häufig aber bis in die Gegend der Ansätze der Chorden zweiter Ordnung reichen (*Gussenbauer*). — In den grösseren *Chordae tendineae* der linken Atrioventrikularklappe beobachtete *Oehl* öfters Bündel von Muskelfasern, die ganz selbständige kleine Bäuche bildeten und nach beiden Seiten zugespitzt in das Sehnengewebe der *Chordae* übergingen, hie und da jedoch auch mit Papillarmuskeln zusammenhingen.

Die Blutgefässe des Herzfleisches sind sehr zahlreich, ähnlich denen der willkürlichen Muskeln (§ 111). Die Kapillaren berühren die Fasern von mehreren Seiten und dringen oft tief zwischen die Faseranastomosen, dass sie im Innern der Fasern zu liegen scheinen (*Meigs*). Die kleinen Venen und noch Venen von 0,2 mm und darüber Durchmesser, haben den Bau von Kapillaren und bestehen nur aus einem feinsten Häutchen, das von Endothel ausgekleidet ist. Das *Endocardium* ist in der Tiefe ziemlich reich an Gefässen, dagegen erstrecken sich dieselben nur spärlich in die inneren Schichten desselben. In den Atrioventrikularklappen sieht man leicht bei Thieren, aber auch beim Menschen (cf. *Luschka* l. c. S. 182 und Fig. 5) einige Gefässchen, die zum Theil von den Papillarmuskeln, vorzüglich aber von der Basis her an sie gelangen und zum Theil selbst in dem eigentlichen Endocardiumüberzug derselben, jedoch spärlich sich verbreiten. Auch die Semilunarklappen sollten nach *Luschka* beständig Gefässe enthalten, was jedoch spätere Untersucher für Erwachsene nicht bestätigen konnten (*v. Langer*, *Curtis*, *Darier*). — Lymphgefässe finden sich an der äusseren Platte des Herzbeutels nur wenige, dagegen sind dieselben unter dem inneren Blatte des Pericards auf dem Muskelfleische in reichlicher Menge vorhanden und lassen sich schon dadurch leicht nachweisen, dass man das Herz einige Tage in Wasser liegen lässt, wie schon *Cruikshank* empfiehlt. Ihre Stämme sammeln sich in den Furchen, verlaufen mit den Blutgefässen und enden in den Drüsen hinter und unter dem *Arcus aortae* an der Theilung der *Trachea*, wohin auch die der Lunge sich begeben. Auch die Herzsubstanz und das Endocard besitzen Lymphgefässe (*Luschka*, *Wedl*, *Eberth* und *Belajeff*) und haben die letztgenannten Forscher die des *Endocardium*, die von 10—250 μ messen, den Bau von Kapillaren haben und weitmaschige Netze bilden, beim Kalbe bis auf 1 cm vom Rande in die venösen Klappen verfolgt und auch in den *Semilunares* am festgewachsenen Theile da und dort noch einige vereinzelte Lymphröhren gesehen. Die Lymphgefässe des *Myocardium* hängen mit jenen des Endocards zusammen und ergiessen sich in jene des Epicards. Sie bilden, wie *Bizzozero* und *Salvioli* (in Arch. per l. scienze med. 1878) zeigten, Netze mit höckerigen Ausbuchtungen und befinden sich vorzüglich in dem Bindegewebe zwischen den sekundären Muskelbündeln, wie *Nyström* nachweist. In den primären Muskelbündeln fehlen im *Perimysium internum* eigentliche Lymphgefässe, dagegen finden sich hier zahlreiche Gewebespalten (*Henle*, *Schweigger-Seidel*, *Skwarzow*, *Novalichin*, *Ranvier*, *Renaut*), welche auch die Blutkapillaren umscheiden und sogar, wie *Nyström* fand, zahlreiche drehrunde, feine Saftkanälchen in die Muskelfasern abgeben, welche zwischen den Muskelsäulchen im Sarcoplasma gelegen sind und in grosser Zahl, wahrscheinlich in der Höhe der *Z*-Streifen, quer zur Achse der Fasern verlaufen. *Nyström* konnte diese, wie Sekretkapillaren von Drüsenzellen sich verhaltenden Röhrchen sowohl durch Imprägnation

mit Chromsilberlack, als durch Stichinjektion mittelst chinesischer Tusche sichtbar machen. Diese reiche Versorgung der Muskelfasern mit Saftbahnen ist ganz eigenartig und ohne Zweifel von grosser Bedeutung für den Stoffwechsel des beständig arbeitenden Herzmuskels. Ob die Saftspalten und die mit denselben zusammenhängenden Saftkanälchen der Muskelfasern mit den eigentlichen Lymphgefässen in offener Verbindung stehen, ist nicht sicher nachgewiesen.

Die beiden grossen Arterien des Herzens verhalten sich mit Bezug auf den Ursprung der Muskelfasern etwas verschieden, wie *Donders* richtig bemerkt. Während nämlich die *Art. pulmonalis* im ganzen Umfange als Ursprungsquelle solcher dient, bleibt bei der Aorta die Seite, die sich in den einen Zipfel der Mitralis fortsetzt, frei. Hier grenzt dann natürlich auch der arterielle an den venösen Faserring. Dieser Stelle gegenüber befindet sich dicht unter dem Faserringe der Aorta, der hier mit der Scheidewand der Kammern sich verbindet, eine kleine durchsichtige Stelle des Septum, die, wie *Reinhard* nachgewiesen hat, zuerst *Th. B. Peacock* als etwas Normales bekannt war. An dieser Stelle, die etwas später auch von *Hauska* beschrieben wurde, wird das Septum nur von einer Fortsetzung des *Annul. fibrosus* der Aorta und beiden Endocardschichten der Kammern gebildet (*Donders*, *Luschka*). Ein besonderes Gewicht wird in neuerer Zeit von Seite jener Physiologen, welche mit *W. Engelmann* die rhythmische Herzbewegung als eine rein muskuläre, von Nervenreiz unabhängige betrachten, auf die Frage gelegt, ob die Muskeln der verschiedenen Herzabtheilungen unter einander stellenweise in direkter Verbindung stehen. Die Mehrzahl der Anatomen nimmt an, dass die Muskulatur der Kammern mit jener der Vorhöfe nicht in Kontinuität stehe. Muskelbündel, welche vom Vorhof in die Kammer direkt übertreten, beschrieb zuerst *G. Paladino* (in Contrib. all' Anatomia etc. del cuore, Napoli 1876). *W. H. Gaskell* fand solche beim Frosche und der Schildkröte, *Engelmann* (in Onderz. Physiol. Labor. Utrecht, 1894) überdies beim Frosche Muskelbrücken, welche von der Kammer zum Aortenbulbus und vom Venensinus zu den Vorhöfen gehen. Beim Menschen und bei den Säugethieren sollen ausserdem nach *Paladino* die Muskelbündelchen in den venösen Klappen sowohl mit der Vorhofs- als Kammermuskulatur zusammenhängen. — Die fibrösen Ringe enthalten, wie *Donders* zuerst gezeigt hat, neben Bindegewebe und elastischen Fasern auch viele sternförmige Zellen. Wie ich einer Angabe *Renaut*'s (in Traité téchnique etc. I, p. 774) entnehme, sind die Faserringe der venösen Herzostien beim Schafe der Ort, wo die ersten elastischen Fasern beim Embryo (12 mm Länge) auftreten. — An den Semilunarklappen des Herzens, besonders der Aorta, finden sich hie und da auf der Kammerfläche kleine zottenartige Auswüchse (*Luschka*, *Lambl*). In solchen Bildungen hat *Luschka* einen Zusammenhang von oberflächlichen Zellen, die er als Epithelzellen deutet, durch fadenförmige Ausläufer mit tiefer gelegenen Bindegewebskörperchen wahrgenommen.

§ 315.

Herzmuskelfasern und *Purkinje*'sche Fäden.

Die Muskelfasern des Herzens sind für eine oberflächliche Betrachtung jenen der willkürlichen Muskeln sehr ähnlich. Doch ergiebt eine genauere Untersuchung, dass die Fasern durchschnittlich um 1/3 dünner (9—22 μ) sind, durch zahlreiche Anastomosen überall netzartig mit einander zusammenhängen und Kerne nur im Innern, niemals an der Oberfläche besitzen. Die netzartig verbundenen Fasern zerfallen beim Zerzupfen nicht selten in kurze, quer abgestutzte oder zackig — treppenartig abgerissene, auch gabelig getheilte, einkernige oder auch zwei- und mehrkernige Stücke. Regelmässig erhält man diesen Zerfall, wenn man frische Herzmuskelstücke von Säugethieren in eine 35 prozentige Kalilauge kurze Zeit einlegt und dann zerzupft. Diese so erhaltenen Stücke (Fig. 1258) werden gewöhnlich — obwohl, wie ich glaube, mit

Unrecht — als natürliche Abtheilungen der Herzmuskelfasern in einzelne Muskelzellen betrachtet, welche den isolirbaren Zellen eines glatten Muskelbündels entsprechen sollen. Die Herzmuskelfasern der Säugethiere und des Menschen zeigen aber an ganz frischen und gut fixirten Präparaten häufig keine Spur von Abtheilungen in kurze einkernige Stücke, sondern die kontraktile Substanz lässt sich auf lange Strecken, über viele Kerne hin, ununterbrochen verfolgen, ohne dass ein natürliches Ende einer Faser erkannt werden kann. Wirkliche, unzweifelhafte Enden sind im Innern der Herzmuskulatur des Menschen und der Säugethiere schwer aufzufinden, wohl aber lassen sich solche an den Faserringen der Herzostien und an den Papillarmuskeln nachweisen. Man sieht hier zugespitzte Enden der Fasern, ähnlich wie in Skelettmuskeln. Die Enden sind entweder stumpf oder spitz kegelförmig, mit einfachen oder mit kleineren sekundären Spitzen. Oft sind die Enden gabelig getheilt. Nicht selten findet man schräg zugespitzte Enden, wie in gefiederten Muskeln am Sehnenansatze (Fig. 1259 u. 1260).



Fig. 1258.



Fig. 1259.

Die kontraktile Substanz der Herzmuskelfasern besteht, wie jene der willkürlichen Muskeln, aus gegliederten Fibrillen beziehungsweise Bündeln von solchen, den sogenannten Muskelsäulchen. Dem Aufbaue aus Muskelsäulchen

Fig. 1258. Bruchstücke von Herzmuskelfasern der Ratte durch 35 proz. Kalilauge isolirt. *a* und *b* zweikernige Bruchstücke; *c* drei zweikernige Bruchstücke noch in ihrer natürlichen gegenseitigen Lage.

Fig. 1259. Natürliche Enden von Herzmuskelfasern der Ratte mit 35 proz. Kalilauge isolirt. Vergr. 340. *A* Papillarmuskel der linken Kammer: *a* netzförmig zusammenhängende Fasern oben mit natürlichen schräg zugespitzten, unten mit Bruchenden; *b* und *c* einzelne Faserstücke ebenso. *B* Papillarmuskel der rechten Kammer; *a* Muskelstück mit drei natürlichen Spitzen und mit Bruchlinien in der Substanz und am unteren Ende; *b* Faser mit mehreren Spitzen; *c* Faser mit einer natürlichen Spitze und mehreren Bruchenden. *C* Vom *Annulus fibrocartilagineus*: *a* und *b* oben natürliche Enden.

entsprechend, zeigen die Herzmuskelfasern eine gewöhnlich sehr deutliche Längsstreifung und häufig ist an frischen Fasern das Bild der Längsstreifung so hervorstechend, dass die durch die Fibrillengliederung bedingte Querstreifung leicht übersehen wird, um so leichter, als zwischen den Muskelsäulchen viele feine Körnchen im Sarcoplasma eingelagert sind, die normaler Weise zwar blass, häufig aber durch Fettbildung — bei gemästeten Thieren und beginnender Fettdegeneration — sehr stark glänzend sind. In der Umgebung der mitten in den Fasern oder auch etwas seitlich liegenden Kerne finden sich namentlich in der Richtung der Längsachse der Faser stets stärkere Anhäufungen von körnigem Sarkoplasma und bei erwachsenen Menschen trifft man an den beiden Kernpolen regelmässig Haufen stark glänzender, 1 bis 3 μ grosser, oft gelblich bis gelbbraun gefärbter Körnchen, welche schon bei schwacher Vergrösserung als trübe, pigmentirte Flecken auffallen. Sie sind wegen ihres regelmässigen Vorkommens sicher von wesentlicher funktioneller Bedeutung. An Lackpräparaten fallen diese Körnchen nicht auf, da ein Theil ihres Inhaltes, wie Fett gelöst und der fast farblose Rest ganz durchsichtig geworden ist. Dem Geschilderten zu Folge findet sich in jeder Faser ein centraler vom Kerne und körnigem Sarcoplasma erfüllter Raum, der von kontraktilen Fibrillen frei bleibt. Ferner zieht mit dem centralen Sarcoplasma zusammenhängend, überall bis zur Oberfläche, zwischen den Muskelsäulchen Sarcoplasma, das unmittelbar an der Oberfläche noch eine besondere zusammenhängende, dünne Schicht bildet, die am innigsten mit den Z-Streifen der Fasern verbunden ist und öfter als Sarcolemma bezeichnet wurde. Ein wahres Sarcolemma in Form einer, jeder einzelnen Muskelfaser zukommenden besonderen, glashellen Membran, wie bei den willkürlichen Skelettmuskeln, fehlt; dagegen zieht durch die feinen Spalten zwischen den einzelnen Fasern überall



Fig. 1260.

Fig. 1260. Natürliche Enden von Herzmuskelfasern vom Faserringe der Aortenwurzel des Menschen. *Müller*'s Flüssigkeit. Isolationspräparat. Vergr. 700. *a* mit zwei spitz kegelförmigen und links mit einem stumpfkegelförmigen Ende; *b* mit mehreren sekundären Spitzen; *c* mit zwei Spitzen.

ein zartes häutchenartiges Bindegewebe mit spärlichen Fäserchen hinzutritt, wie ein solches auch zwischen den glatten Muskeln sich findet, doch sind diese Häutchen für je zwei aneinander stossende Fasern gemeinsam (Fig. 1262 A), während man bei den Skelettmuskeln um jede Faser ein besonderes Sarcolemma und erst zwischen den Sarcolemmaschläuchen das — den Häutchen zwischen den Herzmuskelzellen homologe — *Perimysium internum* findet. Die Gliederung der Fibrillen der Herzmuskelfasern gleicht vollständig jener der willkürlichen Muskulatur der Wirbelthiere. Es sind also ausser den *Q*-Gliedern mit dem hellen *Hensen*'schen Streifen *h*, der nach *Rollett* auch doppelt sein kann, noch die *J* und *Z*-Glieder zu unterscheiden, ähnlich wie dies in Band I Fig. 288 (S. 365) von einem Scheerenmuskel des Krebses abgebildet ist. Sehr eigenthümlich und von jener der willkürlichen Muskeln des Menschen verschieden, ist die Form der Muskelsäulchen. Sie stellen, wie *Koelliker* (I. Band S. 142) beschreibt und in der hier wiederholten

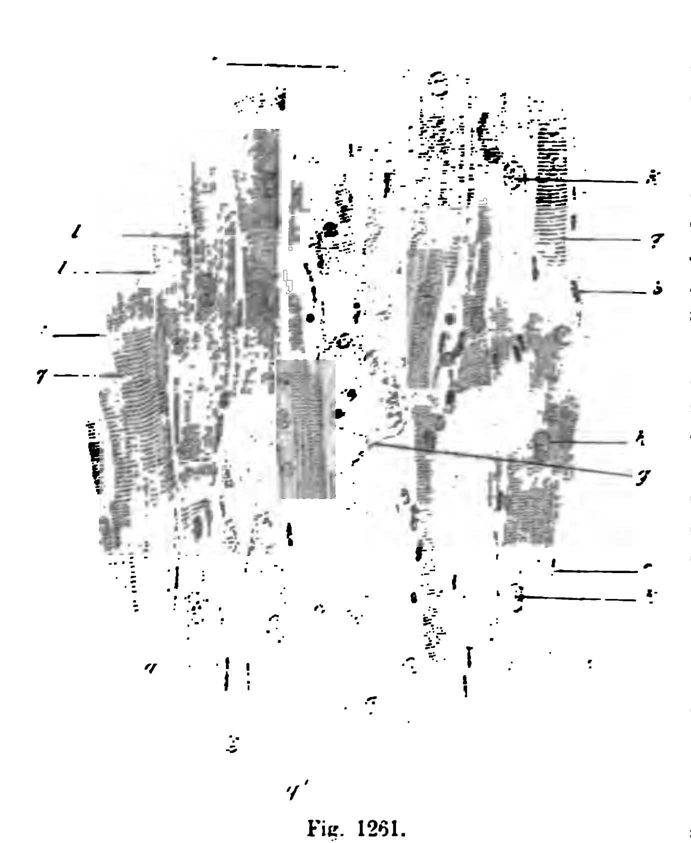


Fig. 1261.

Figur abbildet, an der Peripherie der Faser bandartige Gebilde dar, die am Querschnitte wie radiär gestellte Streifen (Fig. 1264) erscheinen. Erst gegen die Mitte des Querschnittes der Faser nehmen die Muskelsäulchen die bei Säugethieren gewöhnliche polygonal-prismatische Form an. Nur im Bereiche der Kerne und unmittelbar an den Polen derselben ist in der Mitte des Querschnittes ein von Muskelsäulchen freier, bereits erwähnter, von Kern und Sarco-

Fig. 1261. Schnitt durch das Herzfleisch der linken Kammer. Alkohol. Hämatox. Eosin. Vergr. 325. Die Muskelfasern der Länge nach getroffen und netzartig zusammenhängend. *K* Kerne der Muskelfasern; *K'* Doppelkern einer solchen; *b* Kerne von Bindegewebszellen; *c* Kerne von Blutkapillaren; *g* Kapillargefäss quer über eine Muskelfaser laufend; *l* glänzende Querbänder der Muskelfasern (sog. Kittlinien); *q* deutliche Querstreifung; *q'* Querstreifung gegenüber der Längsstreifung undeutlich.

plasma erfüllter Raum; ein Befund, der noch an die embryonale Herzmuskelfaser erinnert, welche eine von Muskelsäulchen gebildete Röhre darstellt, in deren Mitte der Kern mit noch nicht differenzirtem Sarcoplasma gelegen ist. Wie an den Querschnitten der Muskelsäulchen der Skelettmuskeln, kann man auch an jenen der Herzmuskelfasern bei starken Vergrösserungen noch eine feine Punktirung, herrührend von den Querschnitten der die Muskelsäulchen zusammensetzenden Fibrillen wahrnehmen. An den Theilungswinkeln der Muskelfasern setzen sich die Muskelsäulchen ohne Unterbrechung in die Aeste und durch diese in benachbarten Muskelfasern fort, zu welchen die Aeste anastomotische Verbindungen herstellen. Die fibrillär differenzirten Antheile der

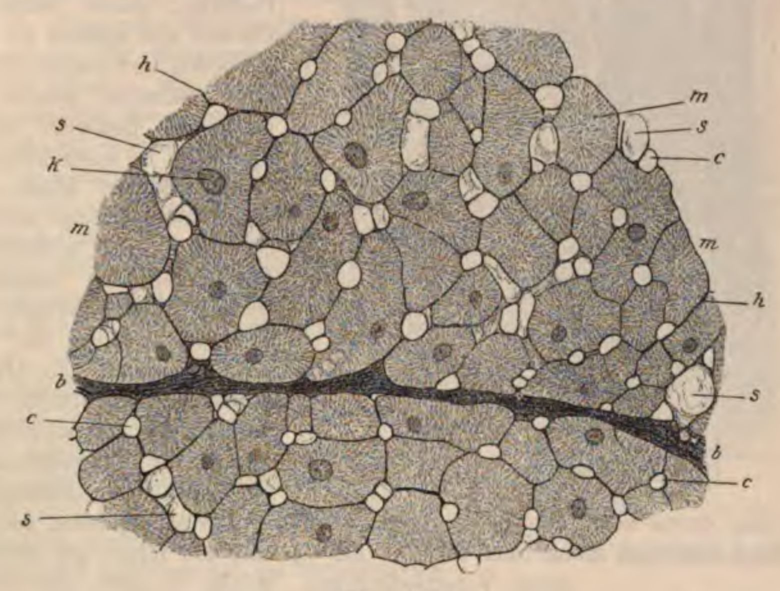


Fig. 1262.

Herzmuskelfasern stellen also ein wahres Syncytium dar. Was diskontinuirlich und den ursprünglich einfachen Bildungszellen (Myoblasten) vergleichbar ist, sind lediglich die um die Kerne befindlichen centralen Anhäufungen von Sarcoplasma.

Wie bei den willkürlichen Muskelfasern, erscheint das Bild der Querstreifung wesentlich verschieden, je nachdem die Herzmuskelfasern im Zustande der Ruhe oder der Kontraktion abgestorben sind. Nur für den Zustand der Ruhe gilt die oben geschilderte Gliederung der Fibrillen beziehungsweise der Querstreifen; an kontrahirten Fasern erscheint eine einfache Abwechslung von glänzenden stärker lichtbrechenden und blasseren, schwächer lichtbrechenden Querstreifen. Nach Analogie mit den im kontrahirten Zustande abgestorbenen willkürlichen Muskelfasern entspricht auch hier der glänzende Streifen dem

Fig. 1262. Querschnitt vom Myocard des Pferdes. *Zenker*'s Fl. Orceinfärbung. Präparat von Dr. *G. Günther*. Vergr. 465. *K* Kerne der Muskelfasern; *b* stärkeres Bindegewebsseptum; *c* Blutkapillaren; *h* Häutchen zwischen den Muskelfasern; *m* Muskelfasern mit Muskelsäulchen im Querschnitt; *s* Bindegewebsspalten und Lymphbahnen.

sogenannten K[illegible] nachbarten G[illegible] J [illegible]

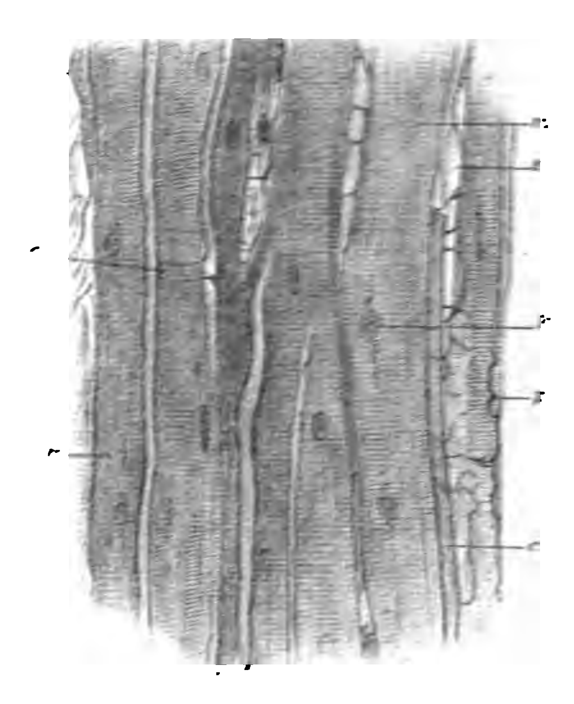


Fig. 1263.

[illegible]



Fig. 1264.

Fig. 1263. Längsschnitt vom M[illegible] der linken Kammer des Pferdes. Zenker, [illegible]. Vergr. [illegible]. Präparat von Dr. G. [illegible]. K Kern einer Muskelfaser mit grösseren Sarcoplasmakörnchen an beiden Polen; c Blutkapillaren im Längsschnitte; [illegible] Queranastomose von solchen; m Muskelfasern; p Schnittränder und Falten von Perimysiumhäutchen; s Spalten im Perimysium.

Fig. 1264. Querschnitte einiger Muskelfasern des Herzens des Menschen. St. vergr.

gar nicht selten aber auch dichter gedrängt, mehrere zwischen zwei Kernen (Fig. 1265, *l*). In anderen Fällen kann man viele Fasern absuchen, ehe man auf solche glänzende Bänder stösst; ganz fehlen sie wohl niemals. Bei Zerfaserungsversuchen brechen die Fasern gerade an solchen glänzenden Querbändern besonders leicht ab. Bisweilen gehen die glänzenden Bänder nicht kontinuirlich quer durch die ganze Faser, sondern erscheinen treppenartig abgestuft. Die Bedeutung dieser Bänder ist unklar. Sie wurden seit den Untersuchungen *Eberth's* (1866) fast allgemein als eine Kittsubstanz (Kittlinien) zwischen natürlichen Enden der Muskelzellen gehalten, wogegen das keineswegs regelmässige Vorkommen vor Allem spricht. Viel wahrscheinlicher ist es, dass die glänzenden Querbänder, wie schon *Wagener* (im Marburger Sitzber. 1872, S. 141) annahm, ein besonderes Absterbephänomen sind, das in den von *J. Schaffer* (in Sitzb. d. Wiener Akad. 102 Bd. S. 42) als Verdichtungsstreifen bezeichneten Bildungen der willkürlichen Muskelfasern seine Analogie findet. Es handelt sich hiebei um beliebige Stellen von Muskelfasern, welche im Momente des Absterbens durch eine abnorme Kontraktion ein eigenthümlich glänzendes, wachsartiges Ansehen bekommen, wobei häufig die Faser, statt wie bei einer normalen Kontraktion dicker zu werden, ihren Querdurchmesser nicht ändert oder sogar schmäler wird, weshalb dieser Vorgang von *S. Exner* und *Rollett* als Schrumpfkontraktion bezeichnet wurde. Die Verdichtungsstreifen betreffen bei den Skelettmuskelfasern bald nur wenige Querstreifen, oft aber ausgedehntere, wie knotige Verdickungen erscheinende, Strecken. Sie galten lange Zeit als ein Zeichen einer besonderen Form der Muskeldegeneration, der sog. wachsartigen Degeneration, welche von *Zenker* zuerst beschrieben wurde. Die angeblichen Kittlinien der Herzmuskelfasern gleichen nun durch ihren Glanz auffallend den einfacheren Formen von Verdichtungsstreifen, wie sie bei Skelettmuskeln vorkommen. Dass die sog. Kittlinien keine einfachen homogenen Kittstreifen sind, hat zuerst *M. Przewosky* (in Arch. d. sciences biol. St. Pétersbourg 1893 S. 286) nachgewiesen und gezeigt, dass durch die Kittlinien hindurch Fäden gehen und *Renaut* findet, dass in den Kittlinien die Fibrillen (cylindres primitifs) mit ihren Enden gegenseitig verbunden sind. Man kann sich in der That mit starken Vergrösserungen an geeigneten Stellen überzeugen, dass die Muskelsäulchen kontinuirlich durch die Kittlinien, richtiger Verdichtungsstreifen, hindurch gehen. Häufig erscheinen die Muskelfasern gerade

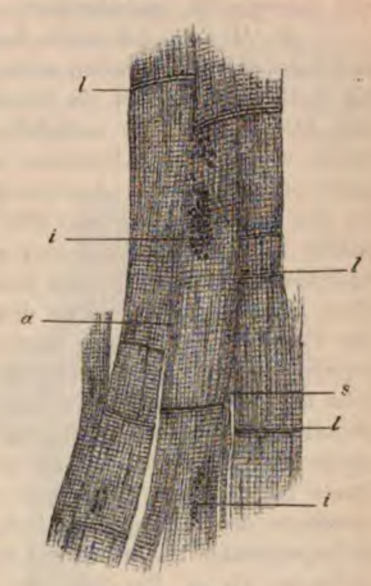


Fig. 1265.

Fig. 1265. Herzmuskelfasern frisch in physiol. Kochsalzlösung zerzupft. Vergr. 325. *a* Anastomose zweier Fasern; *i* interstitielle Körnchen; *l* glänzende sog. „Kittlinien"; *s* Spalten zwischen den Muskelfasern.

im Bereiche der Verdichtungsstreifen quer abgebrochen oder, als Vorstadium hiezu, sekundär gedehnt und in Folge dessen ziemlich blass. Solche Bilder finden ihre Erklärung wohl in dem Umstande, dass wegen des allseitigen netzartigen Zusammenhanges der Herzmuskelfasern, noch nach dem Auftreten von Schrumpfkontraktionen vor dem völligen Absterben durch normale Kontraktionen der Nachbarfasern die wenig elastischen Verdichtungsstreifen passiv gedehnt und zerrissen werden.

Dass gerade die Kerngegend der Fasern fast immer von solchen Verdichtungsstreifen frei bleibt, ist wahrscheinlich der dort reichlichen Anhäufung von Sarcoplasma zuzuschreiben.

M. Heidenhain (in Anat. Anz. 20. Bd. S. 33), der in der Leugnung isolirbarer Herzmuskelzellen mit mir übereinstimmt, erklärt die fraglichen Streifen als Stellen, an welchen ein interkalares Längenwachsthum der Fibrillen erfolge und hält sie daher für natürliche Bildungen, die nichts mit abnormen Kontraktionen während des Absterbens zu thun hätten. An dickeren frischen Präparaten oft schwer von den geschilderten Verdichtungsstreifen zu unterscheiden, ist eine zweite Art von quer über die Muskelfasern gehenden glänzenden Linien, welche nicht den Muskelfasern selbst, sondern den umhüllenden Perimysiumhäutchen angehören. Spaltet man Stücke des Muskelfasernetzes ab, so reissen diese Häutchen besonders an den Stellen, wo die Muskelfasern in der Ebene des Präparates abgetrennt wurden. Die Perimysiumhäutchen selbst sind sehr schwer und am nicht gefärbten Präparate gar nicht sichtbar, soweit sie unverletzt über den Muskelfasern liegen; ihre Rissränder, welche sich meistens etwas einrollen, namentlich nach Zusatz sehr verdünnter Säuren, treten aber als glänzende Linien hervor und sie wurden ebenfalls als Kittlinien der Muskelfasern beschrieben. Sie stehen oft in ziemlich regelmässigen Abständen, entsprechend den Abzweigungen von Seitenästen und sie sind es auch, welche an Silberpräparaten als schwarze Linien hervortreten und den täuschenden Eindruck bedingen, als sei das Netz der Herzmuskelfasern aus lauter kurzen quer oder treppenartig abgestutzten Stücken aufgebaut.

Die Kerne der Herzmuskelfasern, 7—16 μ lang, 5—9 μ breit, sind nicht immer ganz central in den Fasern, sondern häufig etwas excentrisch gelegen, ihre Form ist theilweise von dem Kontraktionszustande der Muskelfaser abhängig. In ruhenden Fasern sind die Kerne länglich ellipsoidisch, in kontrahirten kurz, oft von fast rechteckigem Umrisse, mit abgerundeten Winkeln. Nicht selten finden sich, und dann gewöhnlich in mehreren benachbarten Fasern, zwei dicht aneinander liegende, wie durch direkte Theilung entstandene, fast kugelige Kerne. An fixirten Präparaten zeigen die Kerne nach entsprechender Färbung ein gut ausgebildetes Chromatinnetz; Kernkörperchen sind in der Regel in Einzahl zu sehen. Nach *Hoyer* findet sich in der Nähe eines Kernpoles auch ein Centralkörperchen.

Die Herzmuskelfasern bilden zunächst dünne, meist platte, seltener rundliche Bündel, innerhalb welcher überall ein zartes, häutchenartiges Bindegewebe mit sehr spärlichen platten Bindegewebszellen, zwischen den Fasern, so weit sie nicht durch Anastomosen verbunden sind, hindurch zieht und das bereits wiederholt erwähnte *Perimysium internum* bildet. In diesem Bindegewebe sind nur wenige leimgebende Bündelchen und elastische Fäserchen, welche

letztere sogar bei Kindern in den Kammern vollständig fehlen (*Seipp*), dagegen ungemein zahlreiche Blutkapillaren, welche in lang gezogenen Maschen überall durch die Zwischenräume zwischen den Muskelfasern ziehen und den letzteren so dicht anliegen, dass jede derselben mit Kapillaren und zwar mindestens mit einer, häufig auch mit zweien und dreien in Berührung steht (Fig. 1262). Ausser den Blutkapillaren finden sich noch spaltenförmige, von den Franzosen als *fentes de Henle* bezeichnete Räume in dem zarten *Perimysium internum*, die da und dort Lymphzellen enthalten (Fig. 1263). Die Bündel der Herzmuskelfasern sind durch stärkere Bindegewebszüge, in welchen die gröberen Verästlungen der Blutgefässe und Nerven verlaufen, zu sekundären und tertiären bandartigen Zügen vereint, die jedoch keineswegs so scharf gesondert erscheinen, wie dies in der Regel bei den Bündeln der Skelettmuskelfasern der Fall ist.

In der innersten Schicht des *Myocardium*, unmittelbar unter dem *Endocardium* der Herzkammern (nicht aber der Vorkammern) der Hufthiere (Schaf, Ziege, Rind, Reh, Pferd, Schwein) finden sich eigenthümliche, gallertige Bälkchen oder Fäden, welche 0,05—0,6 mm und darüber breit und netzartig angeordnet sind (Fig. 1266). Sie wurden zuerst von *Koelliker* eingehender untersucht und nach ihrem Entdecker als *Purkinje*'sche Fäden bezeichnet. Sie bestehen in den Knotenpunkten der Netze (Fig. 1266) aus polygonalen 30—60 μ grossen, in der Mitte der eigentlichen Fäden aus mehr länglich prismatischen Elementen, welche im Innern eine ziemlich durchsichtige, körnerarme Plasmamasse mit rundlichen Zellkernen enthalten. Häufig finden sich zwei Kerne in einer Zelle. Sowohl an den freien Oberflächen, als an den sich berührenden Flächen sind die Plasmakörper von Zügen quergestreifter Fibrillen, deren kontraktile Natur *Koelliker* sicher stellte, bedeckt, die den Plasmakörpern fest anhaften (Fig. 1267). Durch Zerzupfen mit Nadeln lassen sich die Elemente wie Epithelzellen isoliren und zeigen dann an den Rändern abgerissene Fibrillenbündel. Bei der Untersuchung der ganzen Fäden oder noch besser an Schnitten überzeugt man sich, dass die quergestreiften Fibrillen trotz ihrer festen Verbindung mit den Plasmakörpern überall zwischen den Zellen ununterbrochen hindurch gehen; am

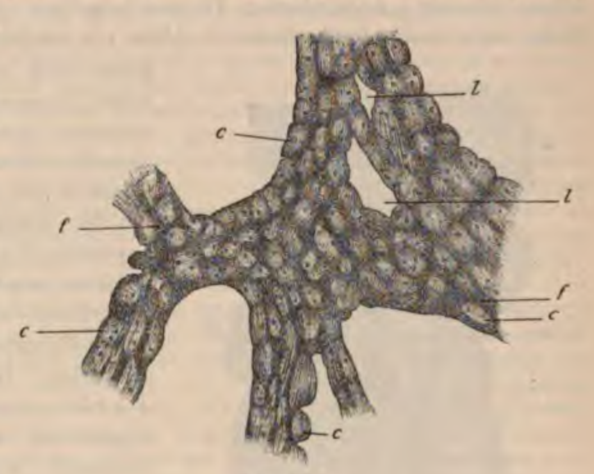


Fig. 1266.

Fig. 1266. Knotenpunkt eines Netzes *Purkinje*'scher Fäden aus dem *Endocardium* der linken Kammer vom Schafe. *Müller*'s Flüssigkeit. Hämatox. Eosin. Vergr. 55. *c* Zellen der Balken mit einfachen oder doppelten Kernen; *f* quergestreifte Fibrillen zwischen und auf den Zellen; *l* Lücken im dicksten Balken (die Bindegewebshülle der Balken weggelassen).

beobachteten an den prismatischen Zellen, deren Oberfläche von parallel der Längsachse laufenden Fibrillen bedeckt ist, während zwischen den polygonalen Zellen die Fibrillen eine kompliziertere netzartige Anordnung zeigen. Die Muskelfibrillen füllen die Zwischenräume zwischen den isolirbaren Zellen vollständig aus und im Innern der Fäden ist keine Spur von Bindegewebe oder Blutgefässen. Nur die Oberfläche der Fäden ist von einer Bindegewebshülle bedeckt (Fig. 1267, b). Dieser Mangel eines *Perimysium internum* ist neben der eigenthümlichen Form und Anordnung der Plasmakörper, ein charakteristischer Unterschied gegenüber den typischen, netzartig angeordneten Herzmuskelzellen. Zellbalken mit polygonalen Zellen sieht man häufig direkt in solche mit länglich prismatischen Zellen übergehen und letztere in Bündel von typischen Herzmuskelfasern und Blutkapillaren zwischen den Fasern, welche sich in die eigentliche Herzmuskulatur fortsetzen. Namentlich der letztere Umstand im Vereine mit den überall zwischen den Zellen vorhandenen Zügen quergestreifter Muskelfibrillen macht es zweifellos, dass die *Purkinje*'schen Fäden eine eigenthümlich modifizirte Form von Herzmuskelzellen darstellen. Beim Menschen finden sich *Purkinje*'sche Fäden auf keinen Fall regelmässig, doch kann man unter dem Endocard Muskelfasern finden, welche durch eine grosse Menge von hellem Sarkoplasma auffallen und den Zwischenräumen zwischen den Kernen entsprechende Einschnürungen zeigen, wodurch sie einigermassen den Uebergangsformen von echten



Fig. 1267.

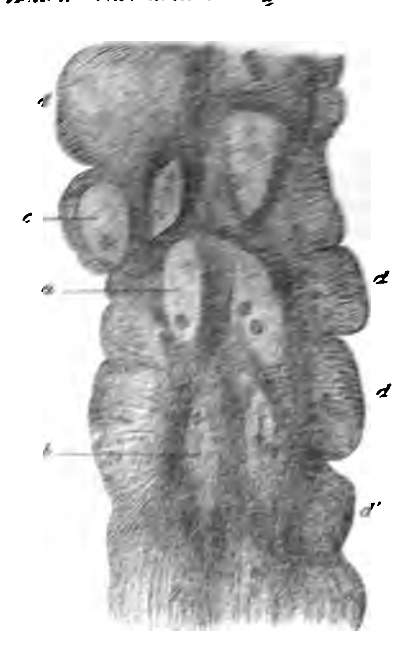


Fig. 1268.

Fig. 1267. Querschnitt durch einen *Purkinje*'schen Faden vom Endocard des Schafes. *Zenker*'s Fl. Hämatox. Eosin. Vergr. 200. *b* Bindegewebshülle, theilweise abgehoben; *f* quergestreifte Fibrillen im Querschnitt; *f'* dieselben theilweise schräg durchschnitten; *z* *Purkinje*'sche Zelle in der Kerngegend; *z'* eine solche ausserhalb des Kernes durchschnitten.

Fig. 1268. Stück eines *Purkinje*'schen Fadens von demselben Präparate wie Fig. 1266. Vergr. 200. *a* Zelle aus der Mitte des Fadens im optischen Durchschnitte; *b* bei Einstellung auf die Grenzfläche zweier Zellen; *c* Randzelle im optischen Durchschnitt; *d* Randzellen von der oberen, *d'* von der unteren Fläche dargestellt. Die Fibrillen in der Rinde von *c* als Punkte, sonst überall als Fäden an den Oberflächen der Zellen erkennbar.

Purkinje'schen Fäden in Muskelfasern gleichen (Fig. 1257 S. 607). In gewisser Beziehung sind die *Purkinje*'schen Fäden embryonalen Muskelfasern zu vergleichen, insoferne die quergestreiften Muskelsäulchen an den embryonalen Bildungszellen zuerst ausschliesslich an der Oberfläche auftreten; doch muss betont werden, dass typische embryonale Herzmuskelzellen in keinem Stadium ihrer Entwicklung mit den Zellen der eigentlichen *Purkinje*'schen Fäden übereinstimmen und dass andererseits, wie *Lehnert* zeigte und *A. Frisch* bestätigte, auch die Embryonalformen der *Purkinje*'schen Fäden schon frühzeitig (bei 6 Centimeter langen Schafembryonen) als solche kenntlich sind.

Die Muskelfasern des Herzens, deren netzförmige, schon *Leeuwenhoek* bekannte Verbindungen, von *Koelliker* wieder aufgefunden wurden, galten früher als den Muskelfasern der Stammesmuskeln gleichwerthig; in Folge einer genaueren Prüfung der beiderlei Elemente auf ihren Bau und Entwicklung hat sich jedoch die eigenthümliche Beschaffenheit der Herzmuskelfasern entsprechend ihrer besonderen Funktion immer klarer herausgestellt. So ergab sich, dass, während die Muskelfasern der willkürlichen Muskeln aus sehr langen, vielkernigen Zellen bestehen, die des Herzens der Säuger aus innig vereinten kurzen, einkernigen Elementen hervorgehen (*Koelliker*, *Weismann*). Durch *Weismann* wurde dann ferner der wichtige Nachweis geliefert, dass die Herzmuskelfasern der niederen Wirbelthiere, die man bisher für einfache Gebilde gehalten hatte, Bündel spindelförmiger, quergestreifter, einkerniger Faserzellen sind, welche Angaben von *Gastaldi* und *Koelliker* als vollkommen richtig erfunden wurden, indem es in der That durch Kali und *Natron caust.* von 35 Proz. äusserst leicht gelingt, aus den Herzen der Fische und des Frosches quergestreifte Spindelzellen zu isoliren. Gestützt auf diese Erfahrungen wurde dann besonders bei Säugern die Art und Weise der Vereinigung der kürzeren Bildungszellen zu den anastomosirenden Muskelfasern weiter geprüft, doch gingen hier die Ansichten etwas auseinander. Nach *Gastaldi* nämlich, dessen Untersuchungen sich jedoch nur auf die Vögel beziehen und auch hier nichts weniger als eine vollkommene Reihe bilden, indem die nachembryonalen Stadien nur in Bruchstücken untersucht wurden, sollen die Bildungszellen der Herzmuskeln nie mit einander verschmelzen und die Muskelfasern dieses Organes in späterer Zeit nichts als verlängerte mehrkernige Zellen sein. *Weismann* dagegen liess, wie *Koelliker* schon vor ihm annahm, die Zellen verschmelzen und so die Anastomosen der Muskelfasern sich erzeugen, *Koelliker* gegenüber hob er jedoch mehr auch die seitlichen Verschmelzungen der Zellen hervor, ohne sich jedoch bestimmt über den Antheil zu äussern, den solche an der Bildung der Muskelfasern haben. Auch *Aeby* sprach sich gegen *Gastaldi* aus und glaubte sowohl durch eine Untersuchung der *Purkinje*'schen Muskelfasern im Endocard, als der gewöhnlichen Muskelfasern des Herzens, den Beweis geführt zu haben, dass wirklich eine Verschmelzung der muskulösen Bildungszellen vorkommt. Hierbei hat er aber auch zugleich die wichtige Thatsache gefunden, dass die Verschmelzung dieser Zellen oft keine sehr innige ist und dass häufig auch noch in späterer Zeit, ja selbst bei Erwachsenen die Grenzen der ursprünglichen Zellen als „Scheidewände" in den Muskelfasern sich erhalten. In Uebereinstimmung hiermit wurde dann von *Koelliker* gezeigt (4. Aufl. S. 584), dass es beim Menschen und Ochsen gelinge, durch starke Kalilösung aus dem Herzfleische kurze einkernige Bruchstücke zu erhalten, die kaum etwas anderes sein könnten, als die ursprünglichen Bildungszellen, nur fügte er bei, dass, alles zusammen genommen, das Gewicht wohl besonders darauf zu legen sein werde, dass das Herz aller Thiere mehr aus embryonalen kurzen Muskelfasern bestehe. Bei niederen Wirbelthieren seien dieselben wenig oder gar nicht verschmolzen und bildeten starke sekundäre Bündel. Bei Vögeln und Säugern dagegen sei die Verschmelzung eine innigere und stellten dieselben nur einfache, netzförmig verbundene Reihen dar, von denen jeder einzelne Theil, soweit er einer ganzen Zelle entspreche, einem einfachen Primitivbündel anderer Muskeln gleichwerthig sei.

An dieser Auffassung hielt *Koelliker* auch noch fest, obschon *Eberth* (1866) eine Verschmelzung der Bildungszellen des Herzens auch für die höheren Wirbelthiere

gänzlich in Abrede stellte, wobei er theils auf die von *Aeby* und *Koelliker* hervorgehobenen Thatsachen sich stützte, theils auf die Entdeckung, dass durch Höllenstein die Grenzen der fraglichen Zellen deutlich gemacht werden können. *Koelliker* sprach sich über die so bedeutungsvolle Arbeit *Eberth*'s in der 5. Auflage d. Handb. folgendermassen aus: „Soviel kann ich zwar *Eberth* wohl zugestehen, dass die Verschmelzung eine noch weniger innige ist, als *Aeby* und ich uns vorgestellt haben, denn das, was *Eberth* über die durch Silber deutlich zu machenden Zellengrenzen mittheilt, kann ich vollkommen bestätigen, auf der anderen Seite kann aber auch nicht bezweifelt werden, dass die Zellen in den Herzen der Säuger und des Menschen in einer ganz anderen Weise vereinigt sind als beim Frosche und den Fischen. Man vergleiche nur einmal das embryonale und das ausgebildetere Herz der Säuger und beachte die Leichtigkeit, mit der dort die Bildungszellen sich einzeln darstellen, während dies hier nur durch Anwendung so eingreifender Mittel wie des Kali gelingt (nur bei der sogenannten braunen Muskelatrophie beobachtete *Eberth* ohne Reagentien einen Zerfall der Muskelfasern in Zellen). Ferner zeigen die *Purkinje*'schen Fäden des Endocards, die an gewissen Stellen aus scharf gesonderten Muskelzellen bestehen, an anderen alle Uebergänge der Verschmelzung in Fasern zeigen, äusserst deutlich, welche Veränderungen die ursprünglichen Elemente im Herzen erleiden. Endlich bin ich auch gegen *Eberth* der Meinung, dass an gewissen Stellen wirkliche Verschmelzungen vorkommen, und halte ich viele der von ihm einfach als zweikernige Zellen beschriebenen Elemente für verschmolzene, wie seine Figg. 6, 7, 9, 12, 13, 15, 18, 19.

Ausserdem weiche ich nun noch in einem Punkte von *Eberth* ab, indem ich behaupte, dass die Muskelzellen des Herzens zu anastomosirenden schmaleren Muskelfäden sich verbinden, *Eberth* dagegen nur eine Vereinigung derselben zu grösseren Massen annimmt. Ich will das Vorkommen des letzteren Verhaltens, das ja von den *Purkinje*'schen Fäden schon lange bekannt ist, nicht bezweifeln und mag dasselbe besonders in gewissen dichteren Stellen des Herzfleisches sich finden, auf der anderen Seite aber stehe ich für das Vorkommen der Netze an sehr vielen Orten bestimmt ein."

Die Arbeit *Eberth*'s, zu welcher *Koelliker* mit so berechtigter Vorsicht gleich nach deren Erscheinen Stellung nahm, hat einen entscheidenden Einfluss auf die gegenwärtig herrschende Lehre vom Bau der Herzmuskelfasern ausgeübt. Die Zusammensetzung der Herzmuskelfasern aus kurzen queren höchstens 90 μ langen Stücken wurde bald zu einem allgemein angenommenen Lehrsatze, nachdem *Schweigger-Seidel*, *Fredericq*, *Ranvier*, *Krause*, *Renaut* u. A. die Angaben von *Eberth* bestätigt und erweitert hatten. Nur *G. Wagener* dachte an Kunstprodukte. Am meisten Gewicht ist wohl auf die Resultate der Silberbehandlung gelegt worden. Nach der Darstellung und den Abbildungen von *Eberth* würde innerhalb der Herzmuskelbündel der Säuger ebensowenig, als in einem glatten Muskelbündel Bindegewebe existiren. Er stellt die Silberlinien, welche die Muskelzellen seitlich von einander abgrenzen, genau ebenso dar, wie die quer über die Muskelfaser gehenden Kittlinien. Nun sind aber die seitlichen Zellengrenzen, welche den von *Perimysium* erfüllten Spalten entsprechen, offenbar ganz etwas anderes, als die angeblichen Kittlinien der Fasern und dies allein ist schon ein genügender Beweis für die Unbrauchbarkeit der Silbermethode für die vorliegende Frage. Die späteren Untersucher haben allerdings diese Bilder anders dargestellt, indem sie die Spalten zwischen den Muskelfasern und die glänzenden Kittlinien an denselben wohl auseinander hielten. Es ist aber sicher, dass man leicht auch Silberpräparate erhalten kann, an welchen nur die von *Perimysium* erfüllten Spalten mit Silber schwarz gefärbt sind, während auf lange Strecken keine einzige, eine Faser kreuzende Querlinie zu sehen ist. Ich erhielt solche Bilder sehr schön vom rechten Herzohre der Ratte, das von der Endocardseite mit Silber imprägnirt wurde. Dagegen erhält man die angeblichen „Kittlinien" in grosser Zahl geschwärzt, wenn man mit der Pinzette abgezogene Muskelbündel versilbert. Eine genauere Untersuchung zeigte mir in vielen Fällen sicher, dass die angebliche Kittlinie der Rissrand eines quer über die Faser gehenden Perimysiumhäutchens war, oder eine Falte eines solchen; in anderen Fällen, wo dies nicht sicher zu entscheiden war, schien dies wenigstens wahrscheinlich. Dass die queren Silberlinien gerade dort gewöhnlich sich finden, wo die Muskelfasern auch mit starker Kalilauge auseinander fallen, erklärt sich daraus, dass eben an denselben Stellen auch die Perimysiumhäutchen am leichtesten reissen, nämlich dort, wo die Fasern Aeste abgeben.

An Muskelfasern, die in einer Silberlösung zerzupft, vollständig vom *Perimysium* befreit waren, konnte ich nur gleichmässige Bräunung, niemals distinkte schwarz gefärbte „Kittlinien" erkennen. Was den Zerfall der Muskelfasern in starken Alkalilaugen (35 bis 40 %) anbelangt, so ist zu bedenken, dass durch diese Reagentien die Muskelfasern zu einer brüchigen Gallertmasse erstarren, während das *Perimysium* gelöst wird. Da nun die Muskelfasern allseitig netzartig verbunden sind, ist es selbstverständlich unmöglich, unverletzte Fasern zu isoliren, und die grosse Leichtigkeit, mit der das Netz in kurze quere Stücke zerfällt, erklärt sich aus dem Mangel von Elasticität der steifen Fasern, die natürlich an den Stellen geringsten Widerstandes am leichtesten brechen und Bruchstücke ergeben, die, ebenso wie das Netz selbst, aus dem sie hervorgegangen sind, eine gewisse Regelmässigkeit zeigen, doch keineswegs so, dass etwa immer einkernige Stücke entstehen, die einer einzelnen Bildungszelle entsprechen würden. Man sieht häufig Stücke mit zwei oder auch drei, nicht selten auch noch mehr, in weiten Zwischenräumen liegenden Kernen (siehe Fig. 1258). Was die Bedeutung der glänzenden Querlinien in der eigentlichen kontraktilen Substanz an frischen und fixirten Präparaten anlangt, so wurde dieselbe bereits besprochen und es sei hier nur noch beigefügt, dass in neuerer Zeit *Hoche* (in Bibliogr. anat. 1897 p. 159) die „Kittlinien" am Herzen eines Hingerichteten an Schnitten fixirter Präparate mit Hämatoxylin-Eisenlackfärbung untersuchte und zu der Meinung kam, dass in den Kittlinien die Fibrillen durch eigenthümliche kurze Stäbchen unterbrochen seien, während das Sarcoplasma durch die Kittlinie durchgehe. Wäre letzteres allein richtig, so wäre damit schon der Lehre von getrennten Zellen ein Ende gemacht, denn das Sarcoplasma ist ja der Rest des ursprünglichen Protoplasmas der Bildungszelle. Die Abbildungen und Befunde von *Hoche* lassen sich natürlicher so deuten, dass sowohl Fibrillen als Sarcoplasma kontinuirlich durch die „Kittlinien" sich fortsetzen, weil dieselbe als solche im Leben gar nicht vorhanden war und erst beim Absterben durch einen anomalen Verdichtungsvorgang der kontraktilen Substanz entstanden ist, wodurch eben die Fibrillen oder, besser gesagt, die Muskelsäulchen eine bei geeigneten Färbungen deutlich hervortretende Veränderung erlitten haben. Auch der Zerfall der abgestorbenen Herzmuskelfasern in kurze, quere Stücke, der in gewissen Fällen von Herzlähmung (*Myocardite ségmentaire Renaut*) in auffälligster Weise hervortritt, beruht nicht, wie *Renaut* und *Browicz* glaubten, auf einer Degeneration einer Kittsubstanz, sondern auf dem Auftreten massenhafter Verdichtungsstreifen in Folge abnormer Schrumpfkontraktionen beim Absterben und der dadurch bedingten Brüchigkeit der Fasern. Auch die Skelettmuskelfasern zeigen nicht selten massenhafte, wie „wachsartig" degenerirt aussehende Verdichtungsstreifen und damit verbunden zahlreiche Bruchstellen der kontraktilen Substanz. Doch ist diese Fragmentirung nicht so augenfällig, weil jede Faser in einem besonderen Sarcolemmaschlauche liegt, der nicht bricht, während die Herzmuskelfasern, welche des Sarcolemms entbehren, thatsächlich in Stücke, die man ohne weiteres von einem Schnitte durch das *Myocardium* mit dem Messer abstreifen kann, auseinander fallen.

Ferner darf nicht übersehen werden, dass die Verbindung der Herzmuskelzellen durch quer laufende Kittlinien zu schwer verständlichen physiologischen Konsequenzen führen würde. Denkt man sich die Herzmuskeln aus lauter kurzen, cylindrischen, durch Kittstreifen verbundenen Stücken zusammengesetzt, so müssten die Kittstreifen ein wesentliches Hinderniss bei der Kontraktion bilden. Jedes cylindrische Stück muss während der Kontraktion kürzer und zugleich breiter werden in dem Maasse, dass im Ganzen das Volum des cylindrischen Stückes sich nicht ändert. Die Kittlinie muss als nicht kontraktil gedacht werden; sie ändert daher ihre Ausdehnung in querer Richtung nicht aktiv. Stellt man sich vor, dass die Kittlinie aus einer festen Substanz bestehe, so könnten sich die Fibrillen nicht in gerader Richtung parallel der Achse der Faser verkürzen, sie müssten sich vielmehr, je mehr gegen die Mitte zwischen zwei Kittstreifen umsomehr ausbauchen und jedes Muskelelement müsste im kontrahirten Zustande tonnenförmig werden. Das findet thatsächlich nicht statt und würde physiologisch höchst unzweckmässig sein. Man müsste also jedenfalls annehmen, dass die Kittlinie, beziehungsweise Kittscheibe dehnbar ist und bei jeder Kontraktion ebenso in der Querrichtung breiter wird, wie das kontraktile Muskelelement. Diese Dehnung könnte aber wieder nur von den kontraktilen Fibrillen bewirkt werden, es würde also bei jeder Kontraktion ein Theil der Arbeit zur Dehnung der Kittscheiben aufgewendet werden. Um diese

Arbeit zu leisten, müssten die Fibrillen während ihrer Verkürzung eine Kraftkomponente aufwenden, welche senkrecht zur Richtung der Fibrillen wirkt, da ohne eine solche eine Dehnung der Kittscheiben nach der queren Richtung nicht denkbar ist. Man kommt mithin, wie immer man sich die Sache überlegen mag, zu der nicht befriedigenden Folgerung, dass die Anwesenheit querer Kittscheiben die Verkürzung der Fibrillen in einer der Faserachse parallelen Richtung theilweise behindern müsste. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei an den Enden zugespitzten Muskelzellen, wie sie im Innern von Skelettmuskeln und allgemein in den glatten Muskeln und theilweise in den Herzmuskeln niederer Thiere und auch an den natürlichen Enden der Herzmuskelfasern der Säugethiere an den Faserringen vorkommen. Bei zugespitzten Muskelenden nehmen die Fibrillen gegen die Seitenflächen der Zellen an Länge ab. Die Verkürzung der Fibrillen erfolgt überall ungehindert in gerader Richtung und hat nur eine Verschiebung des *Perimysium internum*, das zwischen den Zellen liegt, nicht aber eine Dehnung desselben zur Folge und dadurch wird fast die ganze Muskelarbeit zur Ueberwindung äusserer Widerstände regelmässig verwerthet. Ist nun schon dafür gesorgt, dass bei Muskeln, welche nur zeitweilig mit dazwischen geschobenen, oft sehr langen Ruhepausen sich zusammenziehen, keine Arbeit nutzlos vergeudet werde, so wäre das Gegentheil für einen Muskel, der, wie das Herz, während des ganzen Lebens rhythmisch thätig ist, um so unbegreiflicher. — Die durch die ganze Herzmuskulatur kontinuirliche netzartige Verbindung der kontraktilen Substanz ist aber zu möglichster Ausnützung der Kontraktion für äussere Arbeit wohl noch zweckmässiger, als die Anordnung der kontraktilen Substanz in Form spindelförmiger Zellen, wie sie in den glatten Muskeln und im Herzen niederer Wirbelthiere, wenigstens theilweise, vorhanden ist. Wenn ich also demgemäss im ursprünglichen Sinne von *Weismann* und *Koelliker* die Netzverbindung der Herzmuskelzellen durch wahre Kontinuität der kontraktilen Substanz (Fibrillen) neuerdings für die Säugethiere und den Menschen vertheidigen und leugnen muss, dass natürliche, quer abgestutzte Enden von fibrillär differenzirten Herzmuskelzellen im Innern der Muskelbündel vorkommen, so liegt die Sache anders bei den niederen Wirbelthieren, wie z. B. bei den Fröschen. Hier kommen in der That isolirbare, natürliche, aber an beiden Enden zugespitzte, mit quergestreiften Fibrillen ausgestattete Herzmuskelzellen häufig vor, die — abgesehen von der Querstreifung der Fibrillen — ganz den einkernigen glatten Muskelzellen gleichen. Beim Huhne konnte ich mittelst starker Kalilauge unzweifelhafte spitze, natürliche Enden von Muskelfasern ebenfalls mitten aus dem *Myocardium* isoliren. Bei Säugethieren (Schaf) sah ich ebenfalls spitze Enden, aber sehr selten und es blieb mir zweifelhaft, ob dies natürliche Bildungen waren. Beim Menschen gelang es mir einmal an einem frisch zerzupften Präparate, das sehr wenige Querbrüche zeigte, zwei spitze Enden aus der Ventrikelwand zu sehen. Doch bedarf dieser Punkt noch weiterer Untersuchung. Andererseits kommen im Froschherzen neben einkernigen, beiderseits zugespitzten Faserzellen, wahre Anastomosen vor, indem Zellen sich durch Gabelung und Verästelung mit anderen Zellen sich verbinden und zwar durch Fibrillen, die von einer Zelle in eine andere kontinuirlich übergehen und auf diese Weise, wie bei den Säugethieren wahre Netze herstellen. Solche Netzverbindungen, die *Schiefferdecker* (in Gewebelehre, S. 113) sehr gut abbildete, kommen nicht nur beim Frosche, sondern, wie ich mich überzeugte, auch bei Knochenfischen (*Leuciscus sp.*) in ziemlich ausgedehntem Maasse vor und *Flemming* (in Ergebn. d. Anat. etc. 7. Bd. S. 425) hat Aehnliches bei Salamanderlarven gesehen. *P. Langerhans* (in *Virchow*'s Arch. 58. Bd.) bildete bereits reichästige Fasern vom Salamander ab.

Die Netzbildung der Herzmuskelfasern ist histogenetisch in ihren Einzelheiten noch nicht klar gelegt. Immerhin weiss man, wie *Bernays* (in Morphol. Jahrb. II. Bd.) zuerst hervorhob, dass die fibrilläre Substanz an den embryonalen Herzmuskelzellen ebenso, wie an den segmentalen Rumpfmuskelplatten anfangs einseitig auftritt. Bei einem Hühnerembryo mit bereits pulsirendem Herzen vom dritten Bebrütungstage sehe ich an Schnitten den Herzschlauch, abgesehen vom Endothelrohre, das um diese Zeit noch ohne Verbindung mit dem Muskelschlauche ist, aus zwei Zellenlagen gebildet, von welchen die äussere die Anlage des Epicards, die innere die Anlage des Myocards darstellt. Die Zellen des Myocards stellen abgeplattete, längliche, an beiden Enden verschmälerte oder auch verästelte Elemente dar, welche ein körniges Plasma besitzen. An der Innenseite dieser Zellenlage sieht man bereits deutliche Fibrillen,

beziehungsweise Anlagen von Muskelsäulchen, differenzirt, die anscheinend ohne Unterbrechung über benachbarte Zellen hinwegziehen. *Chiarugi* konnte an Hühnerembryonen von der Mitte des dritten Bebrütungstages bereits die Querstreifung erkennen, beim Kaninchenembryo von 10 Tagen sah sie *Koelliker*. Schon frühzeitig sieht man einzelne Zellbalken von der Schlauchwand in den Raum zwischen Myocard und Endothelschlauch sich erheben und diese werden dann bald zahlreicher, während sich zugleich das Endothel dem Myocard dicht anlegt. Es entwickelt sich das Myocard der Herzkammern bald zu einem schwammartigen Gewebe, in dessen von Endothel ausgekleideten Lücken überall Blut sich findet. Diese Bildung eines Schwammgewebes erschwert die Verfolgung der Entwicklung der Herzmuskelzellen. Aus den Herzkammern eines 9 Wochen alten menschlichen Embryo hat *Koelliker* schon vor vielen Jahren (3. Aufl. d. Hdb.) spindel- und sternförmige Muskelzellen isolirt und abgebildet (Fig. 1269). Sehr bald kann man rings um die Herzmuskelzellen kontinuirliche Belege von quergestreiften Fibrillen oder vielmehr Fibrillensäulchen erkennen, welche an Querschnitten von Fasern wie einfache, im Kreise um das centrale Sarcoplasma geordnete Punktreihen sich darstellen. Die Vermehrung der Herzmuskelkerne erfolgt auf mitotischem Wege und noch nach der Geburt lassen sich Mitosen in den Muskelzellen auffinden (*Tangl*, *Solger*, *Hoyer*), welche zu Theilungen der Kerne senkrecht zur Längsrichtung führen, wodurch die Verlängerung der hohlen Muskelfasern begreiflich wird. Wie die Spalten zwischen den Muskelzellen, das Eindringen des Bindegewebes und der Blutkapillaren erfolgt, ist ebenso wenig im Einzelnen aufgeklärt, als wo und wie neue Fasern entstehen. Vielleicht geschieht dies nur an bestimmten Orten aus Zellen von embryonalem Typus. Dass dieser Ort die Innenfläche des Myocards sei, wie *Mac Callum* glaubt, scheint mir jedoch sehr fraglich. Bei einem 12 Wochen alten menschlichen Embryo sehe ich an Schnitten die Herzmuskelzellen überall durch einfache Züge von quergestreiften Fibrillen von einander gesondert, doch kann ich nur spärliche Gefässe wahrnehmen. Die im Querschnitte punktförmigen Muskelsäulchen werden allmählich dicker und während man noch beim 12 Wochen alten Embryo an Querschnitten überall einfache Punktreihen, welche den Querschnitten von Muskelsäulchen entsprechen, zwischen den kernhaltigen Protoplasmakörpern findet, zeigen sich in den späteren Monaten des Embryonallebens um jede Faser für sich einfache Muskelsäulchen, die später bandförmig werden. Die bandförmigen Muskelsäulchen bleiben aber lange in einer einfachen Lage rings um das centrale Sarcoplasma und zeigen sich nach *Minervini* so noch beim Neugeborenen; erst spät nach der Geburt entstehen innerhalb der zuerst gebildeten, neue Muskelsäulchen. Mit dem Dickenwachsthum der zuerst gebildeten und der Differenzirung neuer Muskelsäulchen wächst auch die Muskelfaser im Ganzen in die Dicke. Nach den Angaben von *Minervini* beträgt die Dicke der Muskelfasern beim Neugeborenen erst 8—9 μ, beim Erwachsenen dagegen 20—25 μ in der Kammermuskulatur, doch ist bei der grossen Variation der Dicke und Querschnittsform der Muskelzellen und ihrer Aeste die Ausführung von Messungen sehr schwierig. Für das Kaninchen fand *Ranvier* bei 8 Tage alten Thieren die Fasern im Vorhofe 6 μ, in der Kammer 12 μ dick, bei ausgewachsenen Thieren an denselben Orten 12 und 40 μ dick (in Leçons sur le système muscul. p. 334). *Goldenberg* (in *Virchow*'s Arch. 103. Bd.) und *F. Tangl* (Ebenda 116. Bd.) haben durch umständliche Messungen sicher nachgewiesen, dass bei Herzhypertrophie die Herzmuskelfasern bedeutend dicker werden und *Tangl* hat dies bei Kaninchen auch für das normale Wachsthum gezeigt und für die Dicke der Muskelfasern bei einem neugeborenen Thiere als Mittelzahl 5,57 μ, für ausgewachsene Thiere 14—16 μ gefunden. Schon früher haben *Goldenberg* und *Letulle* eine Volumsvermehrung der Muskelzellen, wie *Koelliker*, als das Wesentliche beim Wachs-



Fig. 1269.

Fig. 1269. Muskelzellen aus den Herzkammern eines neun Wochen alten menschlichen Embryo. Vergr. 350.

thum angenommen, während *Langerhans* beim Kaninchen und *Eberth* beim Menschen keinen Unterschied der Faserdicke bei Neugeborenen und Erwachsenen finden konnten. Das Dickenwachsthum bei Hypertrophie und beim normalen Wachsthum erfolgt wohl mit gleichzeitiger Verlängerung der Fasern, da Mitosen nach *Tangl* nur bei Embryonen und jungen Thieren kurze Zeit nach der Geburt, später aber nicht mehr vorkommen. Ob während der Periode mitotischer Kerntheilungen Längstheilungen der kernhaltigen Sarcoplasmamassen, welche den ursprünglichen Bildungszellen entsprechen, vorkommen, ist nicht nachgewiesen, doch wäre es bei der netzartigen Anordnung der fibrillären Substanz nicht undenkbar, dass durch Längstheilungen neue Spalten beziehungsweise Netzmaschen in den Herzmuskelbündeln entstehen. Die so häufig vorkommenden Doppelkerne in den Herzmuskelfasern verdanken ihre Entstehung wohl sicher direkten, amitotischen Theilungen. Amitotische Kernvermehrung und dadurch entstehende Kernreihen in den Herzmuskelfasern bei Ferkeln hat *Solger* neben mitotischen Theilungen nachgewiesen.

Nach den mitgetheilten Befunden weicht die Herzmuskelfaser nicht nur im Baue, sondern auch in ihrer Entwicklung nicht unwesentlich von den quergestreiften Skelettmuskeln ab. Die embryonalen Muskelfasern der Skelettmuskeln der Säugethiere zeigen schon früh eine völlige Isolirung der einzelnen Fasern, deren Kerne sich durch Quertheilung vermehren, wodurch die Faser sich verlängert, während die Muskelsäulchen an der Oberfläche sich in Form einer röhrenartigen Umhüllung in der Oberflächenschicht des Sarcoplasma bilden. Die Vermehrung der Muskelfasern geschieht theils durch Längstheilungen, wodurch die Kerne an die Oberfläche der Fasern gelangen, theils wie *Schaffer* nachwies, nach embryonalem Typus noch in späteren Perioden unter den Fascien. Die Verlängerung der Fasern erfolgt in späteren Perioden nach vorausgehendem theilweisen Zerfall der bereits gebildeten Fasern durch Sarcolyse und Neubildung an den Enden nach embryonalem Typus; Vorgänge, die mit der Anwesenheit und Ausbildung von besonderen Scheiden um die Muskelfasern (Sarcolemma) in Beziehung stehen.

Die Bildungszellen der Herzmuskeln sondern sich niemals so vollständig, wie jene der Skelettmuskeln. Die fibrilläre Substanz bildet sich vielmehr hier in einer Art, die an die Ausscheidung einer fibrillären Grundsubstanz, wie im Bindegewebe, erinnert. Zwischen den sich dicht berührenden Embryonalzellen treten Fäserchen auf und zwar erst einseitig an einer Zellseite, die über viele Zellterritorien zu verfolgen sind und die bald deutliche Querstreifung zeigen. Zerfasert man ein embryonales Herzmuskelbündel, so erinnert dasselbe, abgesehen von der Querstreifung der Fibrillen, an eine embryonale Sehne. Die isolirbaren, zahlreichen spindelförmigen oder auch ästigen Zellen sind Protoplasmakörper mit Kern, die zwischen den Fasern liegen, allerdings fest mit den letzteren verschmolzen, weil die Fasern direkt aus dem Protoplasma hervorgehen, dessen Rest später das Sarcoplasma darstellt. Man sieht abgerissene, quergestreifte Fäden den isolirten Zellen anhaften, man überzeugt sich aber leicht, dass schon in frühen Stadien die quergestreiften Fäden über viele kernhaltige Protoplasmakörper kontinuirlich fortlaufen, wie in neuerer Zeit auch *H. Hoyer* bestätigt. Dadurch ist schon frühzeitig eine überall zusammenhängende Masse quergestreifter Fäden, die ersten Muskelsäulchen, gegeben, die ein Netz zu bilden scheinen, in dessen Maschen die Bildungszellen liegen. Thatsächlich bilden aber die Zellen vielfach Längsreihen und stehen nur da und dort auch seitlich unter einander in Berührung und man muss sich wohl vorstellen, dass vor der Einwanderung von Blutgefässen und Bindegewebe in die — anfänglich nur aus Muskelbildungszellen (Myoblasten) bestehende — Myocardanlage, diese aus einem Netze von Myoblasten besteht, das überall von primitiven Muskelsäulchen so umhüllt ist, dass das Netz einen röhrenförmigen Ueberzug von Muskelsäulchen erhält, ähnlich wie dies bei den *Purkinje*'schen Fäden zeitlebens der Fall ist. Wirkliche Spalten in dem Netze existiren anfänglich nicht; sie entstehen erst sekundär, indem Blutgefässe und Bindegewebe in das für benachbarte Myoblastenreihen zuerst gemeinsame, faserig differenzirte Gewebe eindringen. So würde der netzförmige Zusammenhang der kontraktilen Fasern von allem Anfange existiren; das kontinuirliche Wachsthum nach Länge und Dicke erscheint durch die bleibende, centrale Lage der Myoblasten, die sich nur durch Quertheilung zu vermehren scheinen, gesichert, indem die Myoblasten auf diese Weise das Längenwachsthum und, durch stete Neubildung von fibrillärer Substanz von der Oberfläche aus, das Dickenwachsthum so vor sich gehen lassen, dass weder sarcolytische

Vorgänge noch Längstheilungen von Fasern nothwendig werden. Was nun die Art und Weise, wie die Fibrillen in die Länge wachsen, betrifft, so ist dieselbe nicht leicht zu erklären. Wie bereits erwähnt wurde, hält *M. Heidenhain* die sogenannten Kittstreifen für Stellen, in welchen die Fibrillen intercalar sich verlängern und glaubt, eine andere Möglichkeit, das Längenwachsthum der Herzmuskelfasern zu erklären, sei ausgeschlossen. Der Umstand, dass die fraglichen Streifen nur an Herzen Erwachsener gut zu sehen sind, dagegen bei einem Embryo vom 7. Monate fehlten, macht ihn in dieser Meinung nicht irre und er will dies durch die geringe Dicke der embryonalen Muskelsäulchen erklären. Es ist aber jedenfalls bedenklich, sich vorzustellen, dass bei Erwachsenen Stellen intercalaren Wachsthums, die nur für den Fall einer pathologischen Hypertrophie von Bedeutung sein könnten, auffällig sichtbar sein sollen, während bei Embryonen, deren Muskelsäulchen unbedingt in die Länge wachsen müssen, keine Spur von Wachsthumspunkten zu erkennen ist. Näher liegt es, anzunehmen, dass die Art, wie das Längenwachsthum der Fibrillen erfolgt, auch bei den besten Fixirungs- und Färbemethoden und mit den stärksten Objektiven der Beobachtung unzugänglich bleibt.

Von einer Verschmelzung der Myoblasten kann in den Herzmuskelfasern nur in sofern die Rede sein, als mit zunehmender Ausbildung und Vermehrung der Muskelsäulchen schliesslich internucleäre Faserabschnitte entstehen, in welchen das ursprüngliche Protoplasma der Myoblasten fast ganz zur Bildung von fibrillärer Substanz aufgebraucht wurde und hier nur mehr in Form des interkolumnären Sarcoplasma fortbesteht. Die netzförmigen Zusammenhänge der Fasern wären nach dieser Vorstellung schon beim ersten Auftreten der fibrillären Substanz gegeben und was nachträglich geschieht, wäre nicht eine Verschmelzung der Bildungszellen, sondern eine theilweise Spaltung der anfänglich alle Zwischenräume zwischen den Myoblastreihen erfüllenden fibrillären Masse durch sekundäres Einwachsen von Blutgefässen und Bindegewebe. Diese Vorstellung von der Entwicklung der Herzmuskelfasern macht zugleich die Abwesenheit eines Sarcolemma begreiflich. Eine von der hier gegebenen wesentlich abweichende Darstellung der Entwicklung der Herzmuskelfasern gab *Mac Callum*, die ich jedoch schon aus dem Grunde nicht für richtig halte, weil sie die Kittlinien und Intercellularbrücken zur Voraussetzung hat und ausserdem von einer Vorstellung über den Bau der kontraktilen Substanz ausgeht, die mir unhaltbar scheint. Auch behauptet *Mac Callum*, mit Unrecht, dass bei einem dreitägigen Hühnerembryo mit schon lebhaft pulsirendem Herzen noch keine Fibrillen vorhanden seien, obwohl die Fibrillen schon von *Eckhard* (1866) gesehen wurden und *M. Heidenhain* sogar die Gliederung der Fibrillen an einem 3 Tage bebrüteten Gansembryo darstellen konnte (in Anat. Anz. 16. Bd. S. 117). Dass beim Embryo neue Myoblasten durch Theilung sich bilden, ist unzweifelhaft. — Was den gegenwärtigen Stand der Lehre von der Struktur der kontraktilen Substanz der quergestreiften Muskeln betrifft, sei auf Bd. I. S. 356, sowie auf *Rollett*'s Artikel „Muskel“ (in Real-Encyklop. der ges. Heilkunde, herausg. v. *Eulenburg*, 3. Aufl. 1898) und auf *M. Heidenhain*: „Struktur der kontraktilen Materie“ (in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklg. VIII. Bd. 1898), verwiesen. Ueber das erste Auftreten der Muskelfibrillen in den Myoblasten des Herzens siehe *M. E. Godlewsky* (in Bull. de l'Acad. d. sc. de Cracovie 1901, p. 146).

Eine bis in die neuere Zeit (*F. Glaser*, in *Virchow*'s Arch. 154. Bd., S. 291) erörterte Frage ist, ob die Herzmuskelfasern ein Sarcolemm besitzen. Sicher fehlt den Herzmuskelfasern ein echtes Sarcolemm, wie es den willkürlichen Muskelfasern in Form von jede einzelne Faser einschliessenden, besonderen Membranen zukommt. Was man als solches bei den Herzmuskelfasern bezeichnet hat, ist theils die oberflächliche Sarcoplasmaschicht, welche als dünne membranartige Lage die Muskelsäulchen überzieht, theils das *Perimysium internum*, das in Form dünner Häutchen überall die Spalten zwischen den Fasern erfüllt. Die vom Sarcoplasma gebildete Oberflächenschicht benennt neuerdings wieder *M. Heidenhain* als Sarcolemma und er zeichnet dasselbe als ein Häutchen, das an Längsschnitten mit dem *Z*-Streifen der Fasern in Verbindung steht. Da im *Perimysium* auch Blutkapillaren und Lymphspalten sich finden, so werden an solchen Stellen auch zwei benachbarte Fasern von zwei besonderen Häutchen bedeckt erscheinen können. Die Häutchen sind stellenweise ganz homogen, ohne deutliche Bindegewebsfibrillen, wie das Bindegewebe zwischen den glatten Muskelzellen, das ebenfalls nicht

als Sarcolemm, sondern nur als *Perimysium internum* betrachtet werden kann (vergl. *J. Schaffer* in Zeitschr. f. wiss. Zool. 66. Bd.).

Die *Purkinje*'schen Fäden sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen und nachdem zuerst *Koelliker* den räumlichen Uebergang derselben in zweifellose Muskelbündel festgestellt hatte, war ihre nahe Verwandtschaft zu den Herzmuskelfasern augenscheinlich. Ueber das Vorkommen der *Purkinje*'schen Fäden herrschen widersprechende Angaben. Während sie nach *Lehnert* und *Frisch* nur bei Hufthieren sich finden, sollten sie auch beim Hunde, bei der Katze, dem Igel, Marder, beim Huhne (*Aeby*), bei der Taube und Gans (*Obermeier*) vorkommen. Was den Menschen anlangt, so glaubte *Henle* sie bei neugeborenen Kindern und *Gegenbaur* bei Erwachsenen gefunden zu haben, während *Durand* und zuletzt *Minervini* bei speziell darauf gerichteten Untersuchungen nur negative Befunde hatten. Theilweise dürften die Widersprüche, wie bereits oben bemerkt wurde, auf Verwechslungen von Herzmuskelfasern, welche reichliches centrales Sarcoplasma enthalten, mit echten *Purkinje*'schen Fäden beruhen. Dies lässt auch die öfter geäusserte, neuerdings wieder von *Hofmann* vertheidigte Meinung begreifen, dass die *Purkinje*'schen Zellen nichts als embryonale Herzmuskelfasern seien, was nur insofern richtig ist, als sie embryonalen Herzmuskelzellen ähnlicher sind, als völlig typisch ausgebildeten Fasern. In der Kammermuskulatur des Menschen finden sich dicht unter dem *Endocardium* Fasern, welche eine aus quergestreiften Fibrillen gebildete Röhre darstellen (siehe S. 607, Fig. 1257), deren Hohlraum mit hellem Sarcoplasma sammt Kern erfüllte Erweiterungen zeigt und dazwischen liegende Einschnürungen, an welchen die Fibrillen bis zum Verschwinden der Lichtung der Röhre sich genähert haben. Es kommt ferner vor, dass nebeneinander liegende Röhren auf längere Strecke mit ihren Fibrillenmänteln ganz verschmelzen, wodurch dann thatsächlich eine Uebergangsform zwischen echten Herzmuskelfasern und *Purkinje*'schen Zellen gegeben ist.

§ 316.

Herznerven.

Die Nerven des Herzens sind zahlreich und stammen aus dem namentlich vom *Vagus* und *Sympathicus* gebildeten Herzgeflechte, *Plexus cardiacus*, vor und hinter dem Aortenbogen, welches öfter ein grösseres Ganglion (*G. cardiacum inferius*) enthält. Die Nerven treten als schwächerer *Plexus coronarius dexter* und stärkerer *Pl. coronarius sinister* an der *Aorta* und *Pulmonalis* zum Herzen und ziehen von der Kranzfurche, theilweise mit den Gefässen einerseits zu den Vorhöfen, anderseits zu den Kammern und zwar an den letzteren, die Verästlungen der Kranzarterien vielfach kreuzend, gegen die Herzspitze. Die im Epicarde verlaufenden grösseren Nerven führen mikroskopische Ganglien welche zahlreicher und grösser an den Vorhöfen als an den Kammern sind und gehen viele meist spitzwinkelige Verbindungen unter einander ein. Sie senken sich an verschiedenen Orten, zum Theil schon in der Kranzfurche in das Muskelfleisch ein und bilden sowohl im Epicard als im Myo- und Endocard feinere Geflechte, aus welchen erst die sensiblen und motorischen Endapparate hervorgehen. Die Herznerven des Menschen sind mehr grau und enthalten neben einzelnen stärkeren und vielen feinen markhaltigen vorwiegend marklose Fasern. Das feinere Verhalten der Herznerven ist, trotz vieler noch bestehender Unklarheiten, durch die Untersuchungen zahlreicher Forscher so weit bekannt, dass eine gesonderte Besprechung der sensiblen und motorischen Nervenendigungen möglich ist.

A. Sensible Nervenendigungen. Obwohl das Vorhandensein von Nerven im *Endocardium* seit Langem bekannt ist und *Koelliker* bereits

in seiner mikroskopischen Anatomie (II. Bd. S. 489) der dort vorkommenden dunkelrandigen Nervenfasern erwähnt, so ist es doch erst in neuerer Zeit, vorzüglich durch die Bemühungen von *A. Smirnow* (in Anat. Anz. 10. Bd. S. 737) und *A. S. Dogiel* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 52. Bd. S. 44) gelungen,



Fig. 1270.

an Methylenblaupräparaten, zweifellose sensible Endapparate im Herzen nachzuweisen. Dieselben finden sich sowohl im *Endocardium,* als im *Epicardium,* sowie im intermuskulären Bindegewebe und an den Blutgefässen. Die sensiblen Endapparate haben nach der Darstellung *Dogiel's* grosse Aehnlichkeit mit den an Sehnen und Fascien (Siehe Bd. I S. 387) bekannten. Markhaltige Nervenfasern, welche aus Geflechten abzweigen, die sowohl im *Epicardium* als

Fig. 1270. Sensible Endapparate aus der subepithelialen Schicht des *Epicardium* des Vorhofes der Katze nach *A. Dogiel.* Methylenblaupräparat. *A* Vergr. ca. 400. *a* Markhaltige Nervenfaser; *bb* marklose Fasern; *cc* Endverzweigungen; *r Ranvier*'sche Schnürringe. *B* Vergr. ca. 600. *b* Marklose Nervenfaser; *c* Endverzweigung; *d* sternförmige Zellen in der Endverzweigung.

Endocardium überall vorhanden sind, lösen sich nach Verlust der Markscheide in ein Gewirre von vielfach verästelten feinen Fäden auf, deren Enden blattartige Verbreiterungen zeigen, innerhalb einer rundlichen oder länglichen Platte, welche von körniger Beschaffenheit und von spärlichen, ästigen Zellen mit ovalen Zellkernen durchsetzt ist. Mitunter, wie im Fettgewebe, zeigen die Platten gebogene, an die grossen runden Fettzellen sich anschmiegende Formen, oder es finden sich auch Endgeäste im Bindegewebe, welche nicht plattenförmig, sondern fast kugelig oder ellipsoidisch sind und an Genitalnervenkörperchen (Siehe S. 490) und ähnliche Terminalgebilde erinnern, abgesehen davon, dass eine besondere bindegewebige Hülle fehlt. Ein und dieselbe Nervenfaser versorgt oft, nach wiederholten Theilungen, viele Endapparate (Fig. 1270) und häufig sind es marklose Fasern, welche bereits als solche aus dem Nervenstämmchen kommend, die Terminalorgane versorgen. Doch gelingt es öfter, diese marklosen Fasern bis zum Ursprunge aus einer markhaltigen Faser zu verfolgen und es ist wahrscheinlich, dass in letzter Linie alle diese sensiblen Apparate von markhaltigen Nervenfasern stammen. Die Endapparate haben sehr wechselnde Dimensionen. Der Durchmesser schwankt nach *Dogiel* bei den kleineren zwischen 0,05 – 0,129 mm in der Länge und 0,03 – 0,04 mm in der Breite, bei den grösseren zwischen 0,17 – 0,38 mm Länge und 0,06 – 0,08 mm Breite.

Ihre Zahl ist im *Epicardium* eine sehr bedeutende, sie finden sich in allen Schichten bis unmittelbar unter das Epithel und bis an das *Myocardium*. Auf einer quadratcentimetergrossen Fläche konnte *Dogiel* 100—300 Endapparate zählen. Die Apparate wurden vorzüglich am Herzen des Hundes und der Katze, aber auch beim Rinde von *Dogiel* untersucht. Im Endocarde fand *Smirnow* sensible Apparate von demselben Baue, besonders zahlreich in den Vorhöfen, in der Scheidewand derselben und am häufigsten dort, wo die Scheidewand in die Vorhofswände übergeht. Seltener sind sie im Endocard der Kammern und ihrer Scheidewand. Auch die *Chordae tendineae* besitzen sensible Endorgane. Die Endapparate des Endocards liegen, wie im Epicard in verschiedenen Tiefen zum Theil unmittelbar unter dem Endothel und *Smirnow* glaubte sogar Nervenfäserchen bis zwischen die Endothelzellen verfolgen zu können, was indess *Dogiel* nicht bestätigen konnte. In den Klappen kamen wohl Nervengeflechte, aber keine Endapparate zur Beobachtung. Im Bindegewebe des Myocards sind dagegen sensible Endapparate ebenso vorhanden wie an den Blutgefässen. Die Lage der letzteren soll erst im § 317 besprochen werden. Die sensiblen Endorgane des Herzens werden, wie dies *Koelliker* für alle sensiblen Endapparate annimmt (siehe Bd. II, S. 860) wohl ausschliesslich von cerebro-spinalen Fasern versorgt; eine Annahme, welcher *Smirnow* auch eine experimentelle Stütze gab, indem er 14 Tage nach Durchschneidung eines *Vagus* beim Kaninchen die Endapparate im Endocard theilweise degenerirt fand, nach Durchschneidung eines *Vagus* und des *N. depressor* der anderen Seite, bei der Katze, dieselben überhaupt nicht mehr nachweisen konnte.

B. Ganglienzellen und motorische Nervenendigungen. Wie bei den glatten Muskeln, stehen auch im Herzen die motorischen Nerven in innigen Beziehungen zu den sympathischen Ganglienzellen. Die Ganglienzellen des Herzens der Säugethiere und des Menschen sind in neuerer Zeit von *A. Dogiel* auf ihren feineren Bau genau untersucht worden, wobei sich ergab,

dass sie dem multipolaren Typus angehören, doch kommen auch anscheinend bi- und unipolare Formen vor. Die Zellen besitzen einen *Axon* und mehrere Dendritfortsätze, deren Verhalten jedoch nicht überall dasselbe ist. Ausserdem zeigen die Zellen auffallende Grössenunterschiede und *Dogiel* unterscheidet nach diesen und dem Verhalten der Fortsätze drei Typen von Ganglienzellen. 1. Ganglienzellen des ersten Typus (Fig. 1271). Sie sind rundlich, oval, keulenförmig oder eckig von geringer Grösse, liegen stets in den eigentlichen Ganglien und zwar in grosser Zahl, nie vereinzelt. Sie besitzen 2—16 kurze Dendriten mit dornartigen Seitenästen, die mit den Dendriten benachbarter Zellen netzartig zusammenzuhängen scheinen. Der *Axon* entspringt mit kegelförmiger Verbreiterung entweder von der Zelle selbst, oder von einem Dendritfortsatz und geht in eine marklose Nervenfaser über, die in das Nervengeflecht des *Myocardium* eintritt und dort mitunter bis zu Theilungen verfolgt werden kann. Die Zellen sind demnach wohl sicher motorische Ganglienzellen. 2. Ganglienzellen des zweiten Typus (Fig. 1272). Sie sind meist grösser als die des 1. Typus und kommen ausser in den eigentlichen Ganglien auch vereinzelt oder in kleineren Gruppen (drei bis sieben) in den Nervenstämmchen vor. Sie machen häufig den Eindruck von unipolaren oder bipolaren Zellen, indem ein Büschel von 1—10 Dendritfortsätzen dieselbe Richtung meist in einem Nervenstämmchen einschlägt, wobei sich die Dendriten noch wiederholt theilen und auf weite Strecken, oft durch ein Ganglion hindurch sich verfolgen lassen und dann von marklosen Nervenfasern nicht zu unterscheiden sind. Das endliche Schicksal dieser Dendriten ist unklar. Der *Axon* geht entweder in derselben Richtung wie die Dendriten in das Nervenstämmchen (anscheinend unipolare Zellen), oder vom entgegengesetzten Zellpole nach entgegengesetzter Richtung ab (bipolare Zelle) und lässt sich nach längerem Verlauf in eine markhaltige Nervenfaser verfolgen, welche in ein zweites Ganglion eintritt und dort sich verästelt oder in einem Stämmchen des pericardialen Plexus sich verliert. 3. Ganglienzellen des dritten Typus (Fig. 1273). Sie sind in ihrer Grösse den Zellen des zweiten Typus gleich, besitzen 3—6 Dendritfortsätze, die sich innerhalb des Ganglions, ohne über dasselbe hinauszugehen, reichlich verästeln und Geflechte bilden, welche die Zellen der anderen Typen umspinnen. Der *Axon* geht in eine weit zu verfolgende marklose Faser über, deren endliches Schicksal unklar ist.



Fig. 1271.

Wie in allen sympathischen Ganglien, finden sich auch in jenen des Herzens nicht nur dort entspringende, sondern auch dort endende Nervenfasern.

Fig. 1271. Ganglienzellen des ersten Typus vom Vorhofe der Katze. Methylenblaupräparat nach *A. Dogiel*. Vergr. ca. 400. *a* Körper, *d* Dendriten, *n* Neuraxonen der Ganglienzellen.

Es sind einmal markhaltige und marklose Fasern, welche im Ganglion unter vielfachen Theilungen in eine Unzahl feinster variköser Fäden zerfallen, welche alle Elemente des Ganglion sammt ihren Fortsätzen umflechten, wobei jedoch

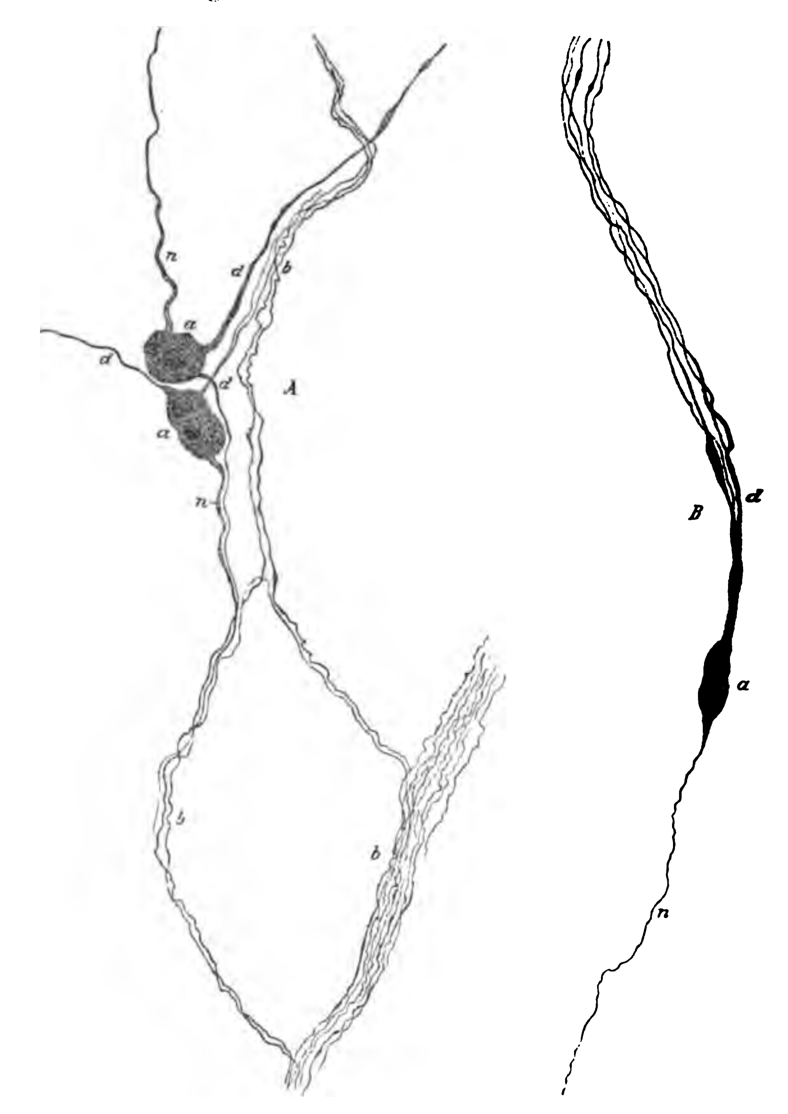


Fig. 1272.

diese Geflechte stets ausserhalb der, die Ganglienzellen und Nervenfasern umhüllenden zelligen Bindegewebsscheiden bleiben. Nur die Endverästlungen der

Fig. 1272. *A* Ganglienzellen des zweiten Typus von der Basis der rechten Herzkammer des Kindes nach *A. Dogiel.* Methylenblaupräparat. Vergr. ca. 400. *B* Bipolare Ganglienzelle des zweiten Typus vom Vorhofe eines Kindes ebenso. *a* Körper, *d* Dendriten, *n* Neuraxonen der Ganglienzellen; *b* Nervenbündelchen.

Dendriten können mit den varikösen Endgeflechten dieser im Ganglion endenden Nervenfasern erster Art in direkten Kontakt treten. Die circumcellulären Endgeflechte dieser Fasern zeigen denselben Typus, wie er in Bd. II, S. 859, Fig. 837 vom Ganglion *cervicale supremum* abgebildet ist. Ausser diesen Fasern fand *Dogiel* noch dicke markhaltige Fasern, welche unter wiederholten Theilungen Aeste an verschiedene Ganglien abgeben, die innerhalb des Ganglion ihr Mark verlieren, dann in relativ dicke variköse Fäden zerfallen, welche die Bindegewebskapseln der Ganglienzellen durchbohren, mit knäuelartigen Seitenästen die Ganglienzellen umwinden, dann an eine andere Ganglienzelle übertreten und endlich, nachdem sie mehrere Ganglienzellen mit Fäden umwunden haben, an der Oberfläche einer Ganglienzelle enden. Die so versorgten Ganglienzellen scheinen alle dem 1. Typus anzugehören. Diese letztere Art von dicken markhaltigen Nervenfasern, welche die Ganglienzellen direkt mit Faserkörben umgeben (ähnlich jenem, der in Bd. II, S. 860, Fig. 838 vom Ganglion *cervicale supremum* abgebildet ist), hält *Dogiel* allein für cerebrospinale Fasern, während er die in den Ganglien endenden Nervenfasern, deren Terminalgeflechte ausserhalb der Bindegewebsscheiden der Ganglienzellen liegen, von Ganglien des Sympathicus inner- und ausserhalb des Herzens herleitet, eine Aufstellung, die nach ihrer prinzipiellen Seite bereits in Bd. II, S. 869 von *Koelliker* einer Kritik unterzogen wurde.



Fig. 1273.

Dass ein guter Theil der zu den Herzmuskeln tretenden Nerven von motorischen Ganglienzellen des ersten Typus *Dogiel*'s abzuleiten sind, wird durch die direkte Verfolgbarkeit von Neuraxonen der Zellen dieses Typus in die Geflechte des *Myocardiums* im höchsten Grade wahrscheinlich. Schon vor *Dogiel* gelang es *Arnstein* und *N. Lawdowsky* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 29. Bd. S. 609) beim Frosche und Kaninchen an der Vorhofsscheidewand *Axone* von Ganglienzellen an Goldpräparaten unter Theilungen bis in die Muskelbündel hinein zu verfolgen.

Die meisten Untersuchungen über die Herznerven betreffen die Frage der Endigung derselben an den Muskelfasern, welche *Koelliker* im Jahre 1862 (4. Aufl. d. Hdb.) dahin beantwortete, dass die, theils aus Ganglienzellen des Sympathicus, theils aus dem Vagus stammenden Nervenfäserchen

Fig. 1273. Ganglienzellen des dritten Typus vom Vorhofe der Katze nach *A. Dogiel*. Methylenblaupräparat. Vergr. ca. 320. *a* Körper, *d* Dendriten der Ganglienzellen.

mit freien Enden an die Muskelfasern sich anlegen. Diese Angaben stehen, abgesehen davon, dass eine direkte Endigung von Vagusfasern in den Herzmuskeln heute nicht mehr angenommen werden kann, mit allen neueren Untersuchungen in Uebereinstimmung. In den dickeren Schichten des Myocards unterscheidet man seit den Untersuchungen *L. Gerlach's* ein Grundgeflecht, das in den stärkeren Bindegewebssepten liegt und aus gröberen Nervenbündeln besteht, ein perimuskuläres Geflecht, das aus feineren marklosen Fasern besteht und, namentlich an den Knotenpunkten, einscheidende Bindegewebszellen erkennen lässt und zwischen den platten Muskelbündeln seine Lage hat und endlich ein feinstes intramuskuläres, Geflecht das aus zarten z. Th. varikösen Fäserchen besteht. Diese Nervengeflechte finden sich, wie namentlich neuerdings *Heymans* und *Demoor* (in Arch. de Biol. T. 13 p. 619) gegentheiligen älteren Angaben gegenüber nachweisen, durch die ganze Herzmuskulatur und fehlen insbesondere auch nicht an der Herzspitze. Die aus den intramuskulären Geflechten hervorgehenden varikösen Endfäserchen legen sich, wie die neueren Untersuchungen in der Hauptsache übereinstimmend ergeben, mit einfachen etwas verdickten Enden oder mit wenig verästelten Telodendrien an die Muskelfasern an (Fig. 1274), welche jenen an glatten Muskelzellen gleichen und beim Frosche nach *Smirnow's* Abbildungen über mehr als die Hälfte einer Muskelzelle sich ausbreiten. Strittig bleibt, ob jede Herzmuskelzelle, beziehungsweise jeder kernhaltige Theil einer Faser bei Säugethieren, sein besonderes Nervenende besitzt, wie *Heymans*, *Demoor* und *Smirnow* (in Anat. Anz. 18. Bd. S. 105) behaupten, oder ob die Enden nur da und dort vorkommen, wie *G. Retzius* (in Biol. Unters. III. Bd. 1892) für wahrscheinlich hält. In den Herzen, welche *Purkinje*'sche Fasern führen, werden auch diese, wie *Jacques* für das Schaf nachwies, von feinsten Nervengeflechten versorgt.

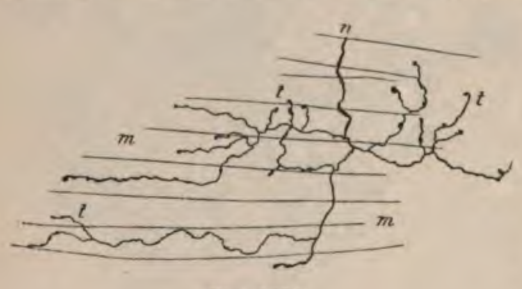


Fig. 1274.

Ueber das sympathische Nervensystem im Allgemeinen, sowie insbesondere über die Frage, ob es „sensible" sympathische Ganglienzellen giebt, muss auf Bd. II, S. 850 u. ff. verwiesen werden. Eine übersichtliche Darstellung der Histologie des sympathischen Nervensystems, in welcher auch die Herznerven speziell behandelt sind, gab *G. Carl Huber* in The Journal of Comparative Neurology Vol. VII (1897), p. 73.

Der am meisten umstrittene Punkt in der feineren Anatomie der Herznerven ist die Verbreitung der Ganglienzellen am Herzen. *Remak* fand (1844) Herzganglien beim Kalbe an verschiedenen Punkten des oberflächlichen Geflechtes, aber auch in der Muskelsubstanz der Kammer und Vorkammer, was, wie *Koelliker* (in mikr. Anat.) beifügt, auch für andere Thiere und für den Menschen gilt. Die Entdeckung *Remak's* erhielt, was die Vorhöfe anlangt, allgemeine Bestätigung, dagegen ist noch in neuester Zeit in

Fig. 1274. Schnitt von der Herzmuskulatur einer 11 Tage alten Maus. Chrom-Osmium-Silberfärbung. Nach *G. Retzius*. *m* Muskelfasern, die Querstreifung nicht gezeichnet; *n* Nervenfaser; *t* Endverästlungen derselben.

Zweifel gezogen worden, ob auch im Bereiche der Kammern Ganglien vorkommen. Die Frage ist deswegen von grosser Bedeutung, weil die Ganglienzellen gewöhnlich als automatische Centren für die rhythmische, normale Herzbewegung angesehen wurden, während *Engelmann* und mit ihm viele Physiologen, dieselbe unabhängig von Nervenreiz, durch direkte Erregung der Muskelsubstanz zu Stande kommen lassen. Der ganze motorische Nervenapparat des Herzens wäre nach dieser Auffassung nur zur Regulirung der Herzbewegung nach Frequenz, Intensität u. s. w. unter besonderen Umständen, nicht aber für die normale, rhythmische Herzbewegung bestimmt. Diese physiologischen Bemerkungen scheinen deswegen hier am Platze, weil die Frage, ob die normale rhythmische Herzaktion mit oder ohne nervöse Impulse geschieht, nicht bloss viele Untersuchungen veranlasst, sondern auch, je nach dem Standpunkte, den der Verfasser einnahm, mitunter auch die Resultate beeinflusst hat. Unzweifelhaft feststehend ist das Vorkommen von reichlichen Ganglienzellen an den Vorhöfen. Beim Frosche findet sich eine Anhäufung von Ganglienzellen an dem Venensinus (*Remak*'sches Ganglion), an der Vorhofscheidewand (*Ludwig*sches G.) und an der Basis derselben vorn und hinten (*Bidder*'sches G.). Weniger sicher sind die von *J. Dogiel* (in Arch. f. mikr. Anat. 21. Bd.) angegebenen Ganglienzellengruppen im oberen Drittel des Ventrikels. Ein von *Löwit* am Aortenbulbus beschriebenes Ganglion wurde von *Engelmann* als nicht aus Nervenzellen bestehend nachgewiesen. Bei der Ratte finden sich nach *S. Schwartz* 4—5 grössere Ganglienzellengruppen an der hinteren Wand der Vorhöfe in der Gegend des Septum, insbesondere links bis zur Kranzfurche herab. Nach *His* jun. (in Abh. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1893) und *S. Schwartz* (in Arch. f. mikr. Anat. 53. Bd., S. 63) sollen an der Wand der Kammern überhaupt Ganglienzellen fehlen, ein Resultat, zu dem auch *Eisenlohr*, *Ott* und *Koplewsky* kamen, während die Mehrzahl der Forscher, wie *Remak*, *Koelliker*, *J. Dogiel*, *Kasem-Beck*, *v. Openchowsky*, *Berkley*, *Vignal*, *Jacques* und *A. Dogiel* angeben, dass Ganglienzellen auch im Bereiche des basalen Theiles der Kammern an subpericardialen Nerven, ja auch im *Myocardium* vorkommen. Wenn auch manche Gebilde, welche keine Ganglienzellen sind, als solche beschrieben wurden und insbesondere die von *Berkley* als solche in Anspruch genommenen kleinen Nervenzellen im Myocard nur Bindegewebszellen sind, welche Nervenbündel und Nervenfasern oft mit langen Ausläufern umscheiden, wie auch *Jacques*, *G. Huber*, *Golgi* und *Fusari* und *A. Dogiel* annehmen, so geht doch *S. Schwartz* zu weit, wenn er annimmt, dass bei allen an den Kammern gefundenen Ganglienzellen Verwechslungen mit Mastzellen (körnige Bindegewebszellen) vorliegen. Insbesondere kann einem so genauen Kenner der Nervenelemente, wie *A. Dogiel*, der sich in jüngster Zeit mit der Untersuchung der Ganglienzellen des Herzens beschäftigte, eine solche Verwechslung wohl nicht zugemuthet werden, und ebenso wenig wird man die von *Jacques* vom oberen Theile der rechten Herzkammer des Hundes abgebildeten Ganglienzellen als Mastzellen erklären können.

Mehrere Beobachter, wie insbesondere *Vignal*, *Heymans* und *Demoor* sowie *Jacques* glaubten noch in neuerer Zeit in den Herzganglien unipolare Zellen vom Typus der Spinalganglienzellen gefunden zu haben; man begreift diese Angaben mit Rücksicht auf die verschiedenen Formen der Ganglienzellen vom 1. und 2. Typus *Dogiel*'s, die theilweise leicht unipolare Formen vortäuschen können. Wie überall im Gebiete der Endgeflechte der Nerven ist auch an den feinen Endgeflechten des Myocards die Frage, ob Geflecht oder wirkliches Netz, oft erörtert. *L. Gerlach* glaubte Netze vor sich zu haben, ebenso *Heymans* und *Demoor*, während *Smirnow* neuerdings für Geflechte sich ausspricht.

Litteratur.

C. Ludwig, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, S. 189 und in *Müll.* Arch. 1848, S. 139; *Luschka*, in *Virch.* Arch. Bd. IV, S. 171; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1844, S. 463 und 1850, S. 76; *Bidder*, in *Müll.* Arch. 1852, S. 163; *Donders*, in Nederl. Lanc. 3. Ser. 1. Jaarg. 1852, p. 556 und Physiol. I. p. 14—25; *Th. v. Hessling*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V, S. 189—354, Taf. X, Fig. 1—9; *Reichert*, in Jahresber. f. 1854, S. 53; *Luschka*, im Arch. f. phys. Heilk. 1856, S. 536 und *Virch.* Arch. Bd. XI, S. 568 (Herzklappen); *S. Joseph*, De anatomia cordis. Vratisl. 1857, Diss. und im Arch. f.

path. Anat. Bd. XIV, S. 263; *Luschka*, in *Müll.* Arch. 1860, S. 620; *J. Pettigrew*, in Edinb. med. and surg. Journ. 1860, S. 562, in Philos. Trans. Vol. CLIV, p. 445; *Oehl*, in Mém. d. Acad. d. Science di Torino, XX, 1861; *F. N. Winkler*, in Arch. f. Anat. 1865, S. 261, 1867, S. 221; *C. J. Eberth*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVII, S. 100; *Eberth* und *Belajeff*, ebendas. S. 124; *Obermeier*, in Arch. f. Anat. 1867, S. 245; *C. Eckhard*, Zur Entwicklungsgesch. d. Herzmuskulatur, in Zeitschr. f. rat. Med. 29. Bd., S. 55 (1866); *M. Lehnert*, Ueber die *Purkinje*'schen Fäden, in Arch. f. mikrosk. Anat. 4. Bd., S. 26; *A. Frisch*, Zur Kenntniss der *Purkinje*'schen Fäden, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 60. Bd. (1869); *F. Schweigger-Seidel*, Das Herz in *Stricker*'s Handb. S. 177; *G. Wagener*, Ueber die quergestreiften Muskeln des Herzens, in Sitzber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg 1872, S. 141; *Schklarewsky*, Ueber die Anordnung der Herzganglien bei Vögeln und Säugethieren, in Gött. Nachr. 1872, S. 126; *C. Wedl*, Ueber die Lymphgefässe des Herzens, in Sitzb. d. k. Akad. in Wien, 64. Bd., I. Abth.; *P. Langerhans*, Zur Histologie des Herzens, in *Virch.* Arch. 58. Bd., S. 65; *J. Skwarzow*, Zur Histologie des Herzens und seiner Hüllen, in *Pflüger*'s Arch. 8. Bd., S. 611 (Lymphbahnen und Nerven); *J. Jantschitz* (Nerven des *Pericardium*), siehe Referat von *Hoyer* in *Schwalbe*'s Jahresber. 1874, S. 115; *L. Gerlach*, Ueber die Nervenendigungen in der Muskulatur des Froschherzens, in *Virchow*'s Arch. 66. Bd., S. 187; *G. Paladino*, Contribuzione all' anatomia, istologia e fisiologia del Cuore, Movim. med. chirurg. Napoli 1876; *J. Dogiel*, Die Ganglienzellen des Herzens bei verschiedenen Thieren und beim Menschen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 14. Bd., S. 470; *C. Gegenbaur*, Notiz über das Vorkommen *Purkinje*'scher Fäden, in Morph. Jahrb. 3. Bd., S. 633; *A. Durand*, Etude anatomique sur le segment cellulaire contractile et le tissu connectif du muscle cardiaque, Thèse de Lyon 1879; *Vignal*, Recherches sur l'appareil ganglionnaire du coeur des vertébrés, in Arch. de la Physiol. 1881; *L. v. Langer*, Ueber die Blutgefässe der Herzklappen, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 82. Bd., III. Abth., S. 25; *Kasem-Beck* und *J. Dogiel*, Beitrag zur Kenntniss der Struktur und der Funktion des Herzens der Knochenfische, in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 37. Bd., S. 247; *Kasem-Beck*, Zur Kenntniss der Herznerven, in Arch. f. mikrosk. Anat. 22. Bd.; *J. G. Nawalichin*, Ueber das lymphatische System des Herzmuskels, Referat in *Schwalbe*'s Jahresber. f. 1882 S. 95; *Th. W. Engelmann*, Der *Bulbus aortae* des Froschherzens, in *Pflüger*'s Arch. 29. Bd., S. 425; *Th. v. Openchowski*, Beiträge zur Kenntniss der Nervenendigungen im Herzen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 22. Bd., S. 408; *Pohl-Pincus*, Ueber die Muskelfasern des Froschherzens, in Arch. f. mikr. Anat. 23. Bd., S. 500; *B. Goldenberg*, Untersuchungen über die Grössenverhältnisse der Muskelfasern des normalen, sowie des atrophischen und des hypertrophischen Herzens des Menschen, Diss. Dorpat, 1885 und *Virchow*'s Arch. 103. Bd.; *P. Lahousse*, Die Struktur des Nervenplexus in der Vorhofsscheidewand des Froschherzens, in Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 191; *R. Schmaltz*, Die *Purkinje*'schen Fäden im Herzen der Haussäugethiere, in Arch. f. wiss. u. prakt. Thierheilk. 12. Bd., S. 161 (1886); *Kasem-Beck*, Ueber das Vorkommen von Ganglien und einzelnen Nervenzellen auf den Herzventrikeln des Menschen etc., in Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1887, S. 785; *L. v. Langer*, Ueber die Blutgefässe in den Herzklappen bei *Endocarditis valvularis*, in *Virchow*'s Arch. 109. Bd., S. 465; *G. Chiarugi*, Delle condizioni anatomiche del cuore al principio della sua funzione e contributo alla istogenesi delle cellule muscolari cardiache, in Atti d. R. Accad. d. Fisiocritici Siena Ser. 3, Vol. 4, p. 59 (1887); *A. Ott*, Zur Kenntniss der Ganglienzellen des menschlichen Herzens, in Prager med. Wochenschr. 1887, S. 159 und Prager Zeitschr. f. Heilk. 9. Bd., S. 271; *F. Curtis*, Structure des valvules sigmoïdes de l'aorte et de l'artère pulmonaire etc., in C. r. de la Soc. de Biol. 1888, p. 591; *J. Darier*, Les vaisseaux des valvules du coeur chez l'homme etc., in Arch. de physiol. Nr. 5 et 6, 1888; *F. Tangl*, Ueber die Hypertrophie und das physiol. Wachsthum des Herzens, in *Virch.* Arch. 116. Bd.; *W. His* jun. und *E. Romberg*, Beiträge zur Herzinnervation, in Fortschritte d. Med. 8. Bd., S. 374 u. 416 (1890); *Tumänzew* und *J. Dogiel*, Zur Lehre über das Nervensystem des Herzens, in Arch. f. mikr. Anat. 36. Bd., S. 483; *L. Krehl*, Beiträge zur Kenntniss der Füllung und Entleerung des Herzens, in Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. 17. Bd., S. 341; *A. V. Meigs*, The microscopical anatomy of the human heart, in Amer. journ. of the med. scienc. 1891, p. 583; *E. Lacroix*, Contribut. à l'histol. norm. et pathol. du péricarde, Thèse de Lyon 1891;

L. Azoulay, Les nerfs du coeur chez l'homme, in Compt. rend. de la Soc. de Biol. Sér. X, T. 1, p. 338; *H. J. Berkley*, The intrinsic Nerve Supply of the Cardiac Ventricles etc., in The *Johns Hopkin*'s Hosp. Rep. V. (1894), p. 248; *Derselbe*, in Anat. Anz. IX. Bd., S. 33 (Herznerven); *P. Jacques*, Recherches sur les nerfs du coeur etc., in Journ. de l'anat. et de la phys. 1894, p. 622; *L. Seipp*, Das elastische Gewebe des Herzens, in Anat. Hefte 17. Heft, 1895, S. 1; *P. Jacques*, Recherches sur les variations régionales de l'epaisseur de l'endocarde humain à l'état normal, in Bibliogr. anat. 1896, p. 209; *N. Heynemann*, Ueber die Art der Blutvertheilung im Herzen, in Verhandl. der physiolog. Gesellschaft zu Berlin 1896; *J. B. Mac Callum*, On the histology and histogenesis of the heart muscle, in Anat. Anz. 13. Bd., S. 609; *A. Meigs*, The penetration of the muscular fibres of the human heart by capillaries etc., in Journ. of Anat. and Phys. Vol. 33, P. 2, p. 243; *A. S. Dogiel*, Die sensiblen Nervenendigungen im Herzen und in den Blutgefässen der Säugethiere, in Arch. f. mikrosk. Anat. 52. Bd., S. 44; *Derselbe*, Zur Frage über den feineren Bau der Herzganglien des Menschen und der Säugethiere, Ebenda 53. Bd., S. 237; *R. Minervini*, Particolarità di struttura delle cellule muscolari del cuore, in Anat. Anz 15. Bd., S. 7; *W. Tonkoff*, Ueber vielkernige Zellen des flachen Epitheliums (Pericardepithel), in Trav. de la Soc. d. Natural. St. Pétersbourg Vol. 28 (1897), p. 283; *J. Arnold*, Ueber die feinere Struktur und Architektur der Zellen. III. Muskelgewebe, in Arch. f. mikrosk. Anat. 52. Bd., S. 762; *H. Hoyer*, Ueber die Struktur und Kerntheilung der Herzmuskelzellen, in Bull. intern. de l'Acad. d. Scienc. de Cracovie 1899, p. 487; *Derselbe*, Zur Morphologie des Fischherzens, Ibid. 1900, Nr. 39; *B. Solger*, Zur Kenntniss und Beurtheilung der Kernreihen im Myocard, in Anat. Anz. 18. Bd., S. 115, *A. E. Smirnow*, Zur Frage von der Endigung der motorischen Nerven in den Herzmuskeln der Wirbelthiere, Ebenda, S. 105; *V. v. Ebner*, Ueber die „Kittlinien" der Herzmuskelfasern, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 109. Bd., S. 700; *H. Hoyer*, Ueber die Kontinuität der kontraktilen Fibrillen in den Herzmuskelzellen, in Anz. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau, math.-naturw. Kl. 1901, S. 205; *F. Marceau*, Recherch. sur l'histol. et le développ. comparés des fibres de *Purkinje* et des fibres cardiaques, in Compt. rend. de la Soc. biol. T. 53, p. 653; *H. K. Hofmann*, Beitrag zur Kenntniss der *Purkinje*'schen Fäden im Herzmuskel, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1902.

2. Von den Blutgefässen.

§ 317.

Die Blutgefässe zerfallen in Bezug auf ihren Bau in Pulsadern oder Arterien, Haargefässe oder Kapillaren und Blutadern oder Venen, doch sind diese drei Abtheilungen keineswegs durch scharfe Grenzen von einander getrennt, insofern als die Kapillaren auf der einen Seite ebenso unmerklich in die Venen sich fortsetzen, als sie auf der anderen aus den Arterien hervorgehen, wogegen allerdings die beiderlei grösseren Gefässe, wenn auch in der Anlage im Allgemeinen übereinstimmend gebaut, doch in manchen Punkten scharf und bestimmt sich unterscheiden.

Ueber die Gewebe, welche in die Zusammensetzung der Gefässe eingehen, und ihre Anordnung ist im Allgemeinen Folgendes zu bemerken. Während die echten Haargefässe nur eine einzige aus abgeplatteten Zellen gebildete Haut besitzen, welche der innersten Lage oder dem Endothel der grösseren Gefässe entspricht, ist in den grösseren Gefässen mit wenigen Ausnahmen die Zahl der Hauptlagen auf drei vermehrt, welche als Innenhaut, *Tunica intima*, mittlere oder Ringfaserhaut, *T. media*, und als äussere Haut, *T. externa s. adventitia*, bezeichnet werden. In diesen Häuten finden sich von den Fasergeweben des Körpers vor Allem das elastische

und das glatte Muskelgewebe, dann aber auch Bindegewebe und selbst die quergestreiften Muskeln vertreten, ausserdem kommen aber auch noch Endothelien, eigenthümliche gleichartige Häute, Gefässe und selbst Nerven vor, so dass, um so mehr, da auch die verbreiteteren Gewebe in sehr verschiedenen Formen erscheinen, eine Verwicklung des Baues entsteht, welche eine allgemeine Schilderung fast unmöglich macht und nur durch genaues Verfolgen der einzelnen Abschnitte aufzuhellen ist. — Die Anordnung und Vertheilung dieser Gewebe anlangend, so haben dieselben ein sehr ausgesprochenes Bestreben zur Schichtenbildung und zur Annahme einer in den verschiedenen Lagen bestimmten Richtung des Verlaufes, doch geht die erstere selten bis zur wirklichen Selbständigkeit der einzelnen Lagen und erleidet auch die letztere, obschon seltener, ihre Ausnahmen. Die *Tunica intima* ist die schwächste Gefässlage und besteht ohne Ausnahme aus einer Zellenlage, dem Gefässendothel, meist auch aus einer elastischen Haut, mit vorwiegender Längsrichtung der Fasern, zu der dann noch andere Lagen dieser oder jener Art sich gesellen können, welche ebenfalls fast ohne Ausnahme die Längsrichtung inne halten. Die *Media* ist meist eine starke Lage und vorzüglich der Sitz der queren Elemente und der Muskeln, enthält jedoch bei den Venen auch viele Längsfasern und führt bei allen grösseren Gefässen auch mehr oder weniger elastische Elemente und Bindegewebe. Die *Externa* endlich hat wieder vorwiegend Längsfaserung, ist ebenso stark oder stärker als die *Media* und besteht meist nur aus Bindegewebe und elastischen Netzen. Das Bindegewebe der *T. externa* enthält, namentlich bei kleineren Gefässen, oft sog. Mastzellen (*Ehrlich*) d. h. Körnchenzellen, deren Körnchen in saurer Dahlialösung und in anderen basischen Farbestoffen sich lebhaft färben.

Verfolgt man die einzelnen Gewebe der Gefässhäute etwas genauer, so zeigt sich, dass das Bindegewebe fast überall als vollkommen entwickeltes mit feinen und stärkeren Bündeln und deutlichen Fibrillen auftritt. Nur in den kleinsten Arterien und Venen wird dasselbe durch ein undeutlich faseriges Gewebe mit spindelförmigen Bindegewebszellen ersetzt und geht schliesslich in ganz gleichartige, hie und da zellenhaltige zarte Häute über. Das elastische Gewebe erscheint nirgends im Körper in so mannigfacher Gestalt, wie gerade in den Gefässen. Von weitmaschigen, lockeren Netzen der feinsten mitteldicken und stärksten Fasern (Fig. 1275), bis zu den engsten, dichtesten, hautartig ausgebreiteten Geflechten von solchen finden sich hier alle Uebergänge, und ausserdem zeigen sich auch die mannigfaltigsten Formen elastischer Netzhäute und wirklicher elastischer Häute, die entweder von Fasern durchzogen sind oder fast homogen erscheinen und oft, von mehr oder weniger zahlreichen Lücken durchsetzt, als gefensterte Membranen sich darstellen. Die Lücken der gefensterten Membranen sind übrigens in der Regel nur scheinbare und, wie eine genauere Untersuchung lehrt, von einem sehr feinen



Fig. 1275.

Fig. 1275. Elastisches Netz aus der *Tunica media* der *Art. pulmonalis* des Pferdes mit Löchern in den Fasern, Vergr. 350.

elastischen Häutchen verschlossen (Fig. 1276). — Quergestreifte Muskelfasern von derselben Beschaffenheit, wie im Herzen, kommen nur an den Einmündungen der grössten Venen ins Herz vor, dagegen sind glatte Muskeln namentlich in mittleren, zum Theil in stärkeren Gefässen sehr verbreitet. Ihre Elemente oder die kontraktilen Faserzellen zeigen in der Mehrzahl der Gefässe keine Besonderheiten, ausser dass sie die Länge von 90—130 μ kaum überschreiten, und vereinen sich entweder unmittelbar oder mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen zusammen zu platten Bündeln und Muskelhäuten, seltener zu Muskelgeflechten.

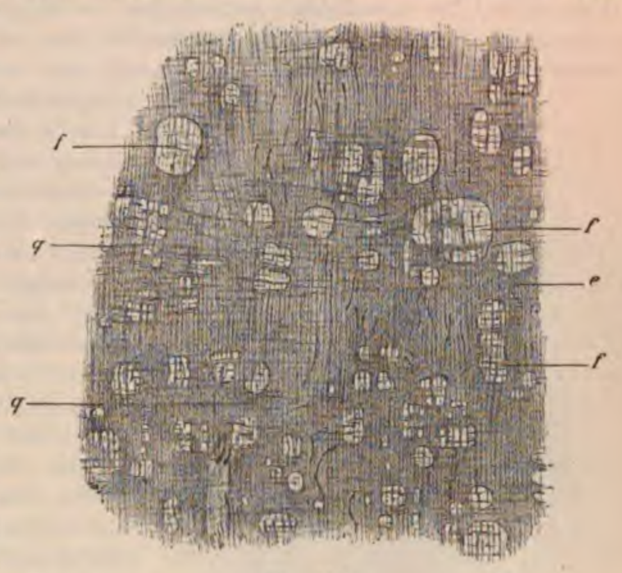


Fig. 1276.

Statt ihrer finden sich in den stärksten Arterien kürzere, an Endothelzellen erinnernde Plättchen, welche häufig untereinander verschmelzen und wahre Netze von glatten Muskelzellen bilden. In den kleinsten Arterien und Venen finden sich kurze Spindelzellen, welche als minder entwickelte Muskelelemente zu deuten sind.

Ein eigenthümliches Fasergewebe enthält die *Intima* der stärkeren Gefässe, welches *Henle* für umgewandeltes Epithel hielt. Es sind blasse, meist



Fig. 1277.

Fig. 1276. Gefensterte Innenhaut einer Arterie vom Fusse des Kalbes isolirt und mit Orcein gefärbt. Vergr. 325. Ansicht von aussen, *e* elastische Haut durch längslaufende Fasern verstärkt; *f* Fenster von einem sehr feinen Häutchen verschlossen, das da und dort von längs und quer laufenden Fasern durchsetzt ist; *q* querlaufende elastische Fasern, welche da und dort in die elastische Haut einstrahlen.

Fig. 1277. Muskelbündel der *Tunica externa* einer *V. cava inferior* (Lebergegend) im Querschnitte. Formalin, gefärbt mit Resorcin-Fuchsin und Pikrofuchsin. Vergr. 325. *b* Bindegewebsbündel; *f* elastische Fasern (schwarz) die Muskelbündel zum Theile einscheidend, zum Theile zwischen die Muskelfasern eindringend; *m* Muskelfasern.

streifige, auch wohl gleichartige Lagen mit oder ohne eingelagerte Zellen oder selbst ganz feine Faserhäute, wie die dichtesten, feinsten elastischen Netze (Fig. 1278). Die Aehnlichkeit dieser Lagen, die *Koelliker* die streifigen Lagen der *Intima* nannte, oder vielmehr der ihnen zu Grunde liegenden Faserzellen mit den Gefässendothelzellen, berechtigt noch nicht, sie aus den letzteren abzuleiten, indem keine Thatsache beweist, dass die wirklichen Endothelzellen und die streifigen Lagen in einem näheren Zusammenhange stehen, in der Art, dass die letzteren einmal wahres Endothel und innerste Gefässlage waren, dann allmählich nach aussen rückten und in ihren Elementen verschmolzen. Dagegen scheint es auch *Koelliker* (5. Aufl.) wahrscheinlich, dass die Endothelzellen und die Bildungszellen dieser Lagen ursprünglich gleichwerthige Zellen waren, die jedoch im Laufe der Entwicklung die einen in dieser, die anderen in jener Richtung sich umwandeln und so schliesslich zu mehr oder weniger verschiedenen Geweben werden. *Langhans* hat in der *Intima* der *Aorta ascendens* neben Spindelzellen auch reichlich sternförmige anastomosirende Zellen nachgewiesen, die, wie spätere Untersuchungen ergaben, auch in anderen grossen Arterien sowohl beim Menschen als bei Thieren vorkommen.

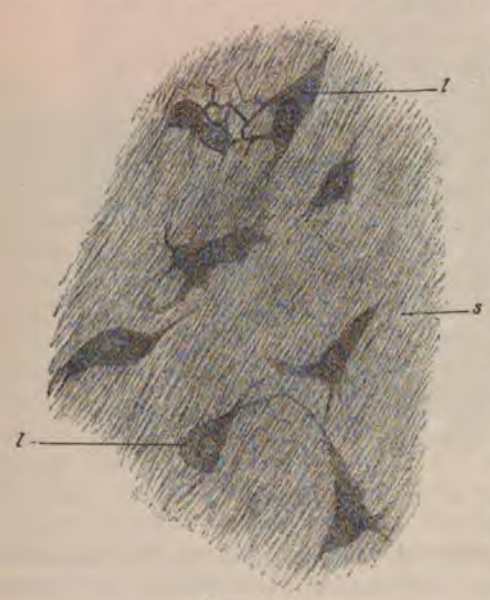


Fig. 1278.

Das Gefässendothelium erscheint in zwei Formen, nämlich einmal, besonders in den grossen Venen, als Pflasterzellen mit vieleckigen, meist etwas verlängerten Formen, und zweitens, wie in den meisten Arterien, als Spindelzellen mit 22—45 μ und darüber langen zugespitzten schmalen und platten Formen, deren Begrenzungen bald geradlinig, bald mehr weniger wellenförmig sind. Dasselbe fehlt regelrecht in keinem Gefässe, lässt sich fast ohne Ausnahme ziemlich leicht in seine Elemente zerlegen, auch durch Behandlung mit Höllenstein äusserst schön *in situ* deutlich machen (Fig. 1279) und ist, wie andere Endothelien, keiner regelmässigen Ablösung und Wiederbildung unterworfen. Wie im I. Bande angegeben wurde (§ 30 S. 105), betrachtet *Koelliker* das Endothel als eine Form der Bindesubstanz und bezeichnet es als unechtes Epithel (*Epith. spurium*), und kann bei dieser Gelegenheit daran erinnert werden, dass schon *Remak* diese Lage „Zellenhaut" der Gefässe genannt hat und erst durch *His* (1865) die jetzt am meisten gebräuchliche Bezeichnung Endothel eingeführt wurde.

Fig. 1278. Mit dem Skalpell abgestreifte Lage der *Intima aortae*. *Müller*'s Flüss. Hämatox. Eosin. Vergr. 530. *l* *Langhans*'sche Zellen, theilweise durch Anastomosen *zusammenhängend*; *s* streifige Lage.

Alle grösseren Gefässe bis zu solchen von 1 mm und darunter besitzen sogenannte Ernährungsgefässe, *Vasa vasorum s. nutritia*, welche meist von kleinen benachbarten Arterien abstammen und vorzüglich in der *Adventitia* sich ausbreiten, in der sie ein reichliches Kapillarnetz mit mehr rundlichen Maschen erzeugen, aus dem dann die neben den Arterien verlaufenden Venen entstehen, die bei den *Vasa vasorum* der Venen, welche zahlreicher sind als an den Arterien, ihr Blut unmittelbar in die versorgte Vene ergiessen. Auch die *Media* der grösseren Arterien und Venen enthält nach dem übereinstimmenden Zeugnisse vieler Forscher Gefässe (*Gimbert* stellte dieselben in Abrede, während später *Köster* [1874] und *Plotnikow* (1884) sie bestätigten), jedoch in geringer Zahl und vorzüglich in den äusseren Schichten, wogegen die inneren Lagen derselben und die *Intima* in der Regel gefässlos sind, obgleich auch hier einige Beobachter Gefässe gesehen haben wollen (beim Ochsen ist die *Vena cava inferior* bis an die *Intima* mit reichlichen Gefässen versehen). Auch Lymphgefässe sind durch *F. E.* und *G. Hoggan* (in Journ. of anat. and phys. XVII Bd. 8. 1) in der Adventitia der muskelführenden Gefässe nachgewiesen und in muskellosen Venen sogar dicht unter dem Endothel. In der *Aorta* des Schweines konnte *Schiefferdecker* (in Sitzb. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. zu Bonn 1897) Lymphgefässe in der *Intima* durch Silber darstellen, die ebenfalls dicht unter dem Endothel lagen. Nerven lassen sich, vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven abtretend, an vielen Arterien mit Leichtigkeit nachweisen, erscheinen jedoch häufig nur als Begleiter derselben. Wo sie in dieselben eindringen, verlaufen sie theils in der *Adventitia*, theils dringen sie in die *Muscularis* ein und es ergiebt sich ganz allgemein das Gesetz, dass auch anfangs dunkelrandige Fasern schliesslich in marklose, blasse, kernhaltige Fädchen auslaufen, die wiederholt sich theilen. Die Verbreitung der Gefässnerven ist eine sehr ausgedehnte und es erhalten nicht nur die mit Muskeln versehenen Gefässe Nerven, sondern auch muskellose Venen und die Kapillargefässe. An den Sinus der *Dura mater*, den Venen des Wirbelkanales, den *V. V. cavae*, *jugulares communes*, *iliacae*, *crurales* und *hepaticae* sind Nerven lange bekannt und *Luschka* hatte angegeben, dass Nerven bis in die innere Gefässhaut vordringen. Feinste Nervenfäden, welche an Kapillargefässe sich anlegen, sah *Beale*, später wurden dieselben eingehender an Goldpräparaten von *Bremer* (in Arch. f. mikr. Anat. 21. Bd.) beschrieben, und von vielen Beobachtern vor und nachher gesehen.

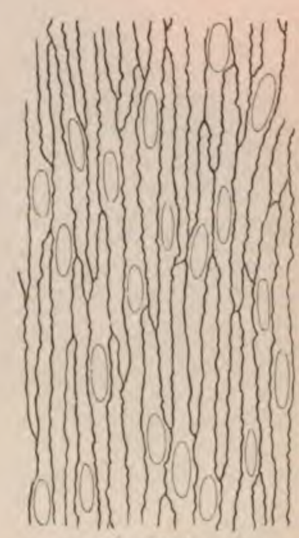


Fig. 1279.

Mit den neueren Methoden von *Golgi* und *Ehrlich* haben *Ramón y Cajal* und *Sala*, *Retzius* (in Morphol. Unters. N. F. III), *Bietti*,

Fig. 1279. Endothel einer grösseren Arterie aus dem *Mesenterium* des Frosches durch Silber dargestellt. Vergr. 350.

N. Barbieri u. A. die motorische Nervenendigung an den Gefässen verfolgt. Die genauesten Aufschlüsse über sensible Nerven verdanken wir *A. S. Dogiel* (l. c. S. 278), und seinem Schüler *Schemetkin*, welche die schon von *Koelliker* (1862) angenommenen sensiblen Endigungen zuerst wirklich darstellten. Die Nerven bilden im Allgemeinen Geflechte markloser Fasern, welche die Gefässe umspinnen (Fig. 1280) und an den Arterienverzweigungen dichter als an den Venen sind. Aus den Geflechten dringen Nervenfäserchen in die Tiefe und enden dort an den glatten Muskeln der *T. media* in derselben Weise wie in anderen glatten Muskeln (siehe § 237, S. 146). Ausser den Geflechten sah *Dogiel* auch marklose Fasern, welche an der *T. externa* mit sensiblen Endapparaten in Verbindung standen, die sich wesentlich ebenso verhielten, wie jene im Epi- und Endocard (vergl. Fig. 1270, S. 627). Die zu diesen Endapparaten tretenden marklosen Fasern liessen sich nach rückwärts in mehreren Fällen in markhaltige Fasern verfolgen. An der *Aorta* und *Pulmonalis* konnte *Schemetkin* solche sensible Endapparate auch in der *T. intima* nachweisen. Die sensiblen Endapparate der Arterien sind sehr zahlreich. In der *Tunica externa* der Bauchaorta, insbesondere in der Nähe des Zwerchfelles, fand *Rachmanow* (in Anat. Anz. 19. Bd. S. 555) zahlreiche *Vater-Pacini*'sche Körperchen.

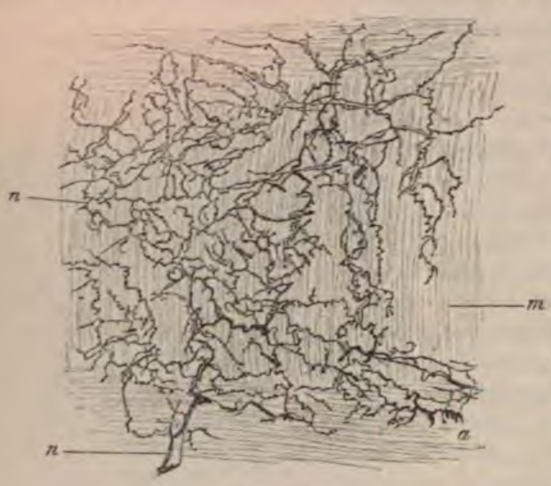


Fig. 1280.

Die Bezeichnung Endothel für die zelligen Auskleidungen der Blut- und Lymphbahnen, sowie der Bindegewebsspalten hat sich trotz der philologischen Bedenken, die dagegen erhoben werden können, allgemein eingebürgert. Das Wort Epithel findet sich zuerst bei *F. Ruysch* für das feine Häutchen auf den Papillen des Lippensaumes, wobei θηλή eben Papille oder Wärzchen (ursprünglich Zitze, oder Brustwarze) bedeutet. Endothel heisst also eigentlich: im Wärzchen. Die Franzosen haben *His* und *Ranvier* folgend, auch die zellige Bekleidung der serösen Häute, des Bauchfelles, des Brustfelles und des Herzbeutels zu den Endothelien gerechnet. Es sind auch in der That vom histologischen Standpunkte keine sehr wesentlichen Unterschiede vorhanden und nur aus morphologisch-entwicklungsgeschichtlichen Gründen werden, wie neuerlich *Marchand* und *Waldeyer* betonen, die Auskleidungen der serösen Höhlen zu den Epithelien gestellt. Die Endothelien der Blutgefässe sind, wie *Kolossow* (siehe S. 298) fand, an ihrer freien Oberfläche mit einem homogenen Plättchen bedeckt, an dessen Unterseite erst der protoplasmatische Zellleib, der durch Intercellularbrücken mit den Nachbarzellen verbunden ist, sich findet. Der mehr homogene plättchenförmige Theil der Zelle ist, wie *Cohn* (in Würzburger Verh. 31. Bd.) fand, durch Schlussleisten in Verbindung.

Fig. 1280. Milzarterie vom Ochsen. *Golgi*-Präparat v. *Koelliker*. Vergr. 140. *a* Adventitia; *m* Muskelfasern der *Media*; *n* Nervenplexus in der Adventitia, zum Theil mit Zweigen, die bis an die *Media* gelangen.

Die Endothelzellen sind sehr empfindliche, namentlich in Wasser sofort stark quellende Gebilde, welche im frischen Zustande sehr durchsichtig sind, aber trotzdem die Kerne nicht oder nur ganz undeutlich erkennen lassen, da man die unverletzten Zellen in situ nur gedeckt durch andere Gewebe sieht. Die Form der Endothelzellen, ob mehr verlängert spindelförmig oder mehr polygonal, hängt wesentlich von dem Ausdehnungszustande des Gefässrohres ab und erscheinen daher vor Allem an stark zusammengezogenen Arterien von Thieren die verblutet sind, die Endothelzellen lang und schmal.

Das feinere Verhalten der Gefässnerven ist, von vereinzelten früheren Beobachtungen abgesehen (s. *Koelliker*, Mikr. Anat. II. 1, S. 532. 533), zuerst von *Koelliker* an den Gefässen der Froschmuskeln beschrieben worden. Er fand hier (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XII. S. 160) zarte, blasse, kernhaltige, hie und da sich theilende Fäden genau von derselben Beschaffenheit wie die sensiblen Fasern der Muskeln, und sah auch in einem Falle den Abgang einer solchen Gefässnervenfaser von einer sensiblen, dunkelrandigen Faser. Beobachtet wurden diese wahrscheinlich sensiblen Gefässnerven, deren letzte Endigung ihm unbekannt blieb, in der *Adventitia* an kleinen Arterien und Venen, jedoch lange nicht an allen, und dann auch an Uebergangsgefässen der arteriellen Seite, die keine Muskeln mehr hatten. Später fanden *His* und *Beale* (Phil. Trans. Vol. CLIII. p. 562) ähnliche blasse, wahrscheinlich grösstentheils als motorisch zu deutende Nervenfäden in der *Adventitia* und *Muscularis* grösserer Arterien und Venen des Frosches, die ein Netz bildeten, welche Beobachtung *Koelliker* mit *Lehmann* bestätigen konnte. Von *Beale* und *Lehmann* wurde auch die wichtige Beobachtung von Ganglien und Ganglienzellen im Verlaufe der Nerven innerhalb der Gefässwände gemacht. Während jedoch *L.* solche Ganglien nur in der *Cava inferior* auffand, wollte *Beale* dieselben an verschiedenen Orten an Arterien gesehen haben, ohne anzugeben, in welchen Fällen er dieselben innerhalb der Wand selbst antraf. — Letztere sind jedenfalls im Ganzen selten und *Dogiel* konnte nur vereinzelte Ganglienzellen an den Geflechten in der Wand der Herzarterien auffinden. Nach *N. A. Barbieri* (in C. r. de la Soc. de Biol. 1897 p. 224) fehlen Ganglienzellen in den Wänden der grossen Arterien durchaus.

Ob alle Blutgefässe Nerven erhalten ist noch immer nicht sicher gestellt. *Koelliker* vermisste in früherer Zeit (V. Aufl. S. 584) ihr Vorkommen an den meisten Arterien der Gehirn- und Rückenmarksubstanz, der Chorioidea, der Placenta und auch an vielen Arterien der Muskeln, Drüsen und Häute, sowie an vielen Venen. Wenn es auch von vornherein wahrscheinlich ist, dass mindestens alle mit Muskeln versehenen Gefässe Nervenendigungen besitzen, so darf doch nicht verschwiegen werden, dass es auch mit Hilfe der neueren Untersuchungsmethoden noch nicht gelungen ist, im Innern des Gehirns und Rückenmarkes Gefässnerven nachzuweisen, obwohl solche an den Gefässen der *Pia mater* reichlich vorkommen (*Obersteiner*, *Gulland*) und *Morison* (in The Lancet 1899, II. p. 52), sowie *G. Huber* (in Journ. of Compar. Neurol. 1899, 9. Bd. p. 1) an den Arterien der Schädelhöhle bis in die feineren Aeste mittelst der Methylenblaumethode sowohl motorische als sensible Endigungen auffanden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der negative Befund an den Gehirn- und Rückenmarksgefässen nur auf technischen Schwierigkeiten beruht. — *Ranvier* (in C. R. T. 115, p. 1230) und *S. Mayer* (in Lotos, Prag 1894) konnten an den Gefässen der *Membrana hyaloidea* des Frosches trotz eifrigen Suchens keine Nerven auffinden.

§ 318.

Die Arterien können, behufs der leichteren Beschreibung, je nachdem die mittlere Haut rein muskulös oder aus Muskelfasern und elastischen Fasern gemengt oder vorwiegend elastisch ist, in kleine, mitteldicke und grosse Arterien eingetheilt werden, um so mehr, da Hand in Hand mit den Aenderungen der mittleren Haut in ihrem Baue auch die äussere und innere Haut, in manchen Beziehungen wenigstens, anders sich gestalten. Doch muss bemerkt werden, dass bisweilen Arterien von relativ kleinem Kaliber bereits

einen Bau der mittleren Haut zeigen können, wie er sonst nur bei grossen vorkommt (*A. poplitea, tibialis*) und umgekehrt grössere Arterien einen Bau, der mehr jenem kleinerer Schlagadern entspricht (*A. iliaca externa*). Allgemeine Eigenschaft der Arterien ist, dass ihre mittlere Haut eine ungemeine Stärke hat, aus vielen regelmässig angeordneten Schichten besteht und mit ihren Elementen vorzüglich der Quere nach verläuft. In den stärksten Arterien ist die *Media* gelb, sehr elastisch und von grosser Mächtigkeit; gegen die Endausbreitungen zu nimmt dieselbe nach und nach an Dicke ab und wird röthlicher und verhältnissmässig reicher an Muskeln, bis sie endlich unmittelbar vor den Kapillaren ganz dünn erscheint und dann verschwindet. Die weissliche *Intima* ist immer

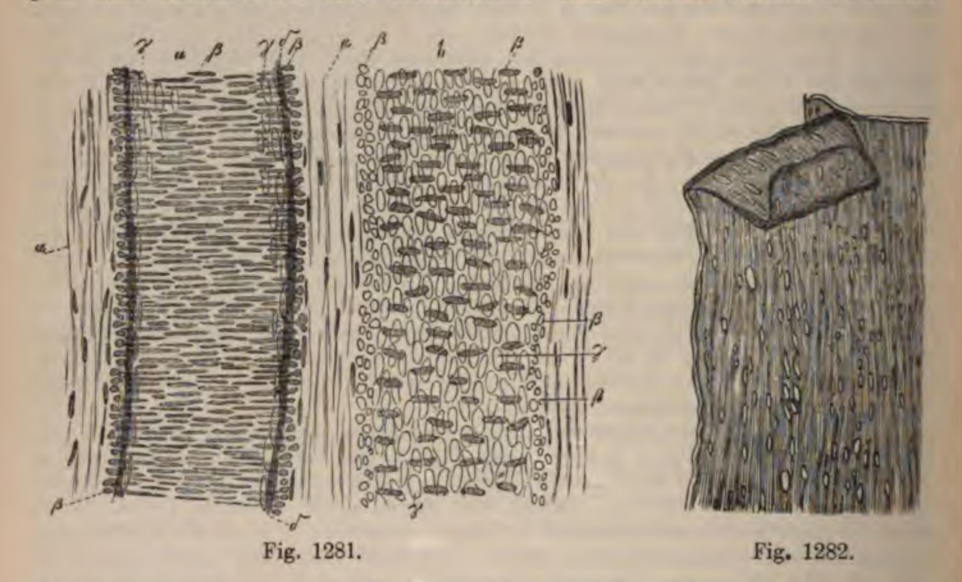


Fig. 1281. Fig. 1282.

viel dünner und schwankt innerhalb geringerer Grenzen, richtet sich jedoch ebenfalls nach der Stärke der Gefässe, wogegen die *Adventitia* in den stärksten Arterien bedeutend dünner ist als in denen von mittlerer Stärke, wo sie der *Media* an Dicke oft gleichkommt oder sie noch übertrifft. — Bei der einzelnen Darstellung beginnt man am besten mit den kleinsten Arterien als den im Baue einfachsten, an welche dann leicht die anderen sich anschliessen.

Arterien unter 2,2—2,8 mm zeigen mit wenigen Ausnahmen bis nahe an die Kapillaren folgenden Bau (Fig. 1281). Die *Intima* besteht nur aus zwei Lagen, einem Endothel und einer eigenthümlichen, glänzenden, minder durchscheinenden Haut, die *Koelliker* die elastische Innenhaut nannte (*Elastica interna*). Das Endothel hat ausgezeichnet spindelförmige blasse

Fig. 1281. Eine Arterie (*a*) von 140 μ und Vene (*b*) von 150 μ aus dem *Mesenterium* eines Kindes, mit Essigsäure. Vergr. 350. *α Tunica adventitia* mit länglichen Kernen von Bindegewebskörperchen; *β* Kerne der kontraktilen Faserzellen der *Media*, zum Theil von der Fläche, zum Theil im scheinbaren Querschnitte; *γ* Kerne der Epithelzellen; *δ* elastische Längsfaserhaut.

Fig. 1282. Elastische Innenhaut mit Löchern aus der *Aorta* eines fünfmonatlichen *menschlichen* Embryo. Vergr. 350.

Zellen mit längsovalen Kernen, welche äusserst leicht im Zusammenhange in ganzen Fetzen, ja selbst als vollkommene Röhre, aber auch einzeln für sich darzustellen sind und einerseits mit den spindelförmigen Bindegewebskörperchen jungen Bindegewebes, andererseits mit kontraktilen Faserzellen eine nicht geringere Aehnlichkeit besitzen, jedoch von den ersteren durch die geringere Zuspitzung ihrer Enden und ihre Blässe, von den letzteren durch ihre Steifheit, die nie stabförmigen Kerne und das chemische Verhalten sich unterscheiden. Die elastische Haut (Fig. 1282) ist im Mittel 2 μ dick und im Leben unter dem Epithel glatt ausgespannt, wogegen sie in leeren Arterien fast immer eine grössere oder geringere Zahl von meist starken Längsfalten (häufig auch feine zahlreiche Querfältchen) besitzt, die ihr, auch wenn sie vollkommen gleichartig ist, doch ein besonderes längsstreifiges Ansehen geben. Uebrigens erscheint dieselbe fast immer als eine sogenannte gefensterte Haut mit verschieden deutlich ausgeprägten netzförmigen Fasern und meist kleinen länglichen Oeffnungen, seltener als ein wirkliches, aber sehr dichtes Netz vorzüglich längsverlaufender elastischer Fasern mit engen, länglichen Spalten, und stimmt in ihrem Ansehen, sowie durch ihre grosse Elasticität und ihr chemisches Verhalten vollkommen mit den elastischen Häuten der *Media* grosser Arterien überein. — Die mittlere Haut der kleinen Arterien ist rein muskulös, ohne die geringste Beimengung von Bindegewebe und elastischen Elementen, und je nach der Grösse der Arterien stärker oder schwächer (bis 68 μ). Ihre zu hautartigen Lagen vereinten Faserzellen lassen sich bis zu Gefässen von 0,22 mm noch ziemlich leicht durch Zerzupfen, an noch kleineren durch Kochen und Erweichen in Salpetersäure von 20 % oder durch starke Kalilösung darstellen, und ergeben sich als 45—68 μ lange, 4,5—5,6 μ breite zierliche Faserzellen. — Die *Adventitia* besteht aus Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, und ist meist so stark wie die *Media* oder selbst etwas stärker.



Fig. 1283.

Der geschilderte Bau gilt bis zu Arterien von 0,28 mm, weiter gegen die Kapillaren zu ändert sich derselbe jedoch immer mehr (Fig. 1283). Schon an Arterien von 0,22 mm enthält die *Adventitia* kein elastisches Gewebe mehr, nur noch Bindegewebe mit länglichen Zellen, das anfänglich noch faserig ist, später jedoch, obschon immer noch Zellen führend, mehr gleichartig erscheint und schliesslich eine dünne, wirklich vollkommen gleichartige Hülle darstellt, die an Gefässen unter 15 μ ganz verschwindet. Die Ringfaserhaut hat an Arterien unter 0,22 mm, bis zu solchen von 0,08 mm noch drei und zwei Lagen von Muskeln und 11—18 μ Mächtigkeit, an kleineren nur noch Eine Lage, deren Elemente zugleich immer kürzer werden und zuletzt an Gefässen zwischen 68 und 15 μ nur noch kurze, längliche oder länglichrunde Zellen von 13—33 μ mit kürzeren Kernen darstellen. Bis zu Gefässchen von 27 μ bilden diese mehr

Fig. 1283. Eine Arterie (*a*) von 22 μ und eine Vene (*b*) von 33 μ aus dem *Mesenterium* eines Kindes, 350 mal vergr., mit Essigsäure. Die Buchstaben wie Fig. 1281, ε *Media* der Vene aus zellenführendem Bindegewebe.

jugendlichen Formen von kontraktilen Faserzellen noch eine zusammenhängende Schicht, dann aber treten sie allmählich auseinander (siehe die Figur bei den

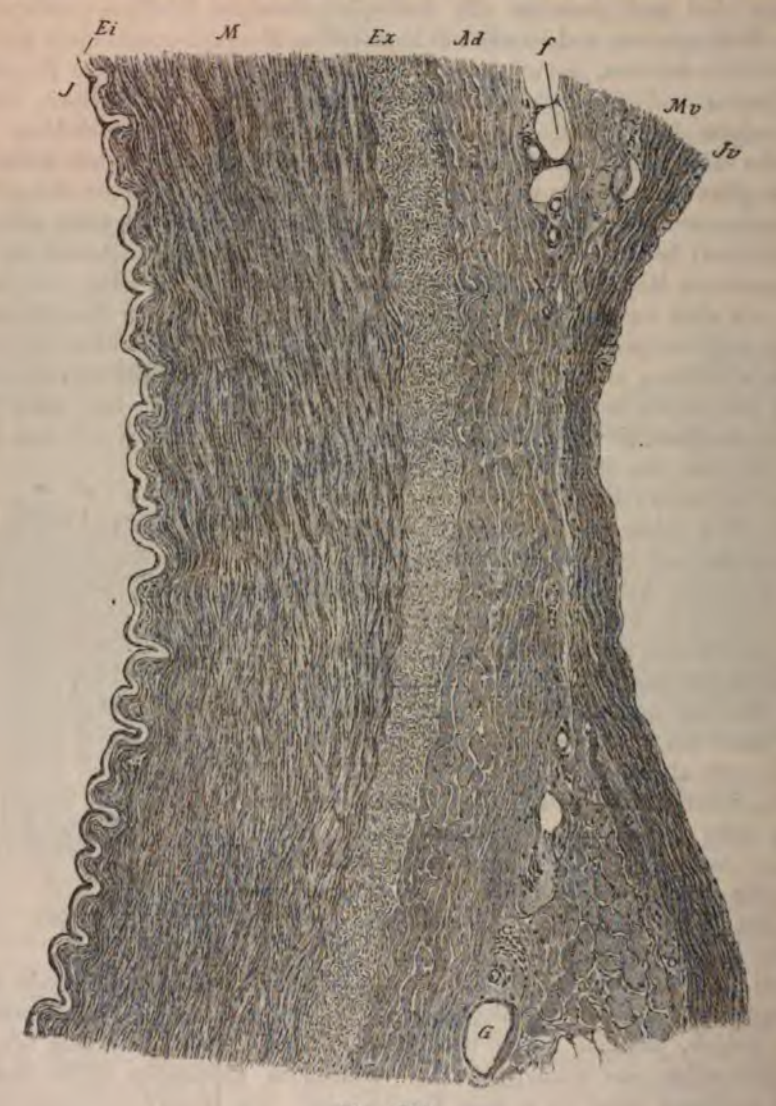


Fig. 1284.

Kapillaren) und verlieren sich ganz. Die **Intima** lässt bis zu Gefässen von 62 μ eine elastische Innenhaut erkennen, die freilich bei ihrem ersten Auftreten

Fig. 1284. Querschnitt durch die *Arteria* und eine *Vena radialis* von einer 30-jährigen Frau. Sublimat, Eisessig, Hämatox., Eosin. Vergr. 110. *Ad Adventitia* in jene der Vene übergehend; *Ei* elastische Innenhaut; *Ex Elastica externa*; *G* Gefässe in der *Adventitia*; *J* Endothel und elastische Längsfaserhaut der *Intima*; *Jv Intima* der Vene; *M Media* mit dunkelgefärbten Muskelkernen; *Mv Media* der Vene mit Muskeln; *f* Fettzellen.

sehr zart ist und erst bei Arterien von 130—180 μ ganz entwickelt erscheint. Dagegen lässt sich das Endothel bis zu den kleinsten Arterien verfolgen und geht unmittelbar in die Zellenhaut der Kapillaren über (s. unten).

Mitteldicke Arterien über 2,2—2,8 mm bis zu solchen von 4—7 mm zeigen anfänglich in der äusseren und inneren Lage keine grossen Veränderungen, dagegen wird die *Media* nicht nur mit der Zunahme der Gefässe immer dicker (von 110—270 μ), sondern auch im Baue verändert. Es treten nämlich neben den immer zahlreicheren Muskellagen, deren Elemente noch durchaus dieselben sind, wie früher, auch feine elastische Fasern in derselben auf, welche, zu weitmaschigen Netzen geeint, anfangs für sich allein mehr regellos durch die

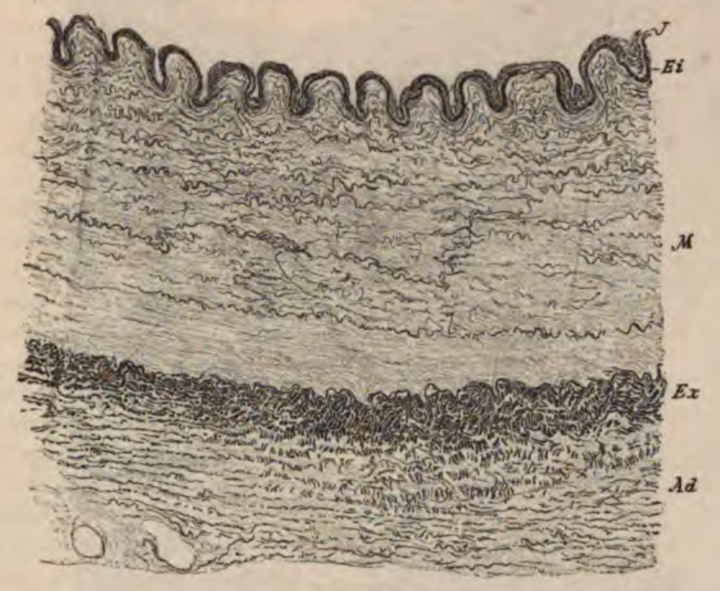


Fig. 1285.

Muskelelemente verlaufen, in grösseren Gefässen dieser Abtheilungen dagegen von etwas Bindegewebe begleitet sind und hie und da die Neigung zeigen, in besonderen Schichten mit den Muskellagen zu wechseln, ohne jedoch die Natur eines durch die ganze *Media* zusammenhängenden Netzes aufzugeben. So verliert nun die *Media* ihren ausgezeichnet muskulösen Bau, doch ist zuzugeben, dass die Muskelfasern auch hier immer noch bedeutend das Uebergewicht behalten. Die *Intima* der mittelstarken Arterien hat zwischen der elastischen Innenhaut, die häufig, wie z. B. an den Arterien der Hirnbasis des Menschen, aus zwei Lagen besteht, und dem Epithel nicht selten noch mehrere Lagen, unter denen die oben geschilderten streifigen Schichten die auffallendsten sind. Dieselben bilden mit weiter nach aussen gelegenen feinen elastischen Netzen, die in einer

Fig. 1285. **Querschnitt durch die *Arteria radialis* einer 30jährigen Frau. Sublimat-Eisessig, Orcein. Vergr. 110. Das elastische Gewebe dunkel. *J* Elastische Längsfasern der *Ei* elastische Innenhaut der *Intima*; *M* *Tunica media*, die Muskeln fast ungefärbt; *Ex* äussere elastische Längsfaserschicht (*Elastica externa*) der *Ad* *Adventitia*.**

gleichartigen, feinkörnigen oder fibrillären Bindesubstanz ihre Lage haben, eine von 13—110 μ starke mittlere Schicht in der *Intima*, deren Elemente ebenfalls alle der Länge nach verlaufen und sich hierdurch leicht von den zum Theil ähnlich aussehenden Muskelschichten der *Media* unterscheiden. Die *Adventitia* endlich beträgt fast in allen diesen Arterien mehr als die *Media* und steigt von 110—350 μ an. Ihre elastischen Fasern werden zugleich immer stärker und lassen schon bei Gefässen von 2,2 mm eine stärkere Anhäufung an der Grenze gegen die *Media* erkennen, welche Grenze in allen diesen

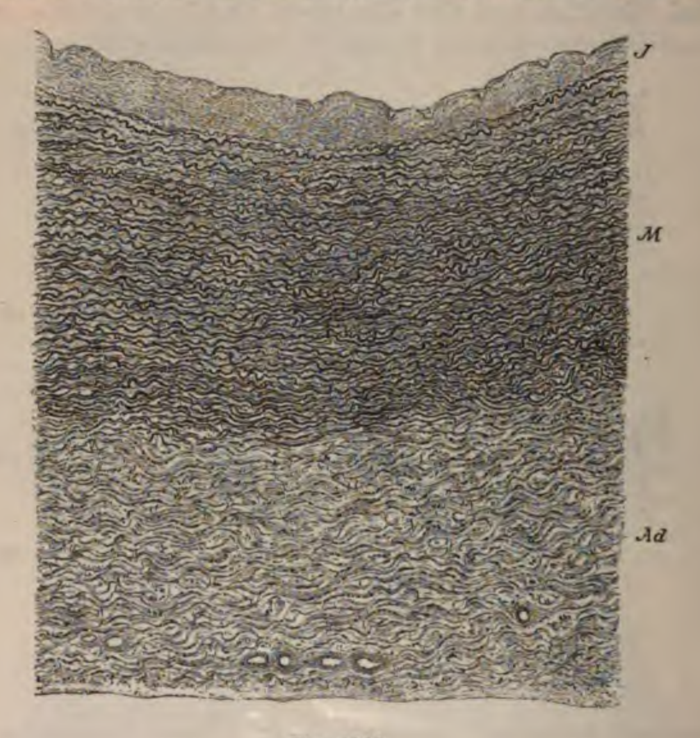


Fig. 1286.

Arterien äusserst scharf ist. Ausnehmend schön wird diese elastische Haut (*Elastica externa*) der *Adventitia* in den stärksten hierher gehörenden Gefässen wie in der *Carotis externa* und *interna*, der *Femoralis*, *Brachialis*, *Profunda femoris*, *Mesenterica*, *Coeliaca*, wo dieselbe 90—280 μ und mehr misst und zum Theil sehr schön geschichtet ist mit Lagen, deren Bau dem der wirklichen elastischen Häute oft sehr stark verwandt ist. Uebrigens enthalten auch die äusseren Lagen der *Adventitia* elastische Netze, nur sind deren Elemente etwas feiner und bilden keine Blätter, sondern hängen mehr regellos mit einander zusammen. Der *Arteria basilaris*, sowie überhaupt den Arterien

Fig. 1286. Querschnitt durch die *Arteria iliaca communis*, *Müller*'s Fl. Gefärbt nach *Herxheimer*. Vergr. 50. Elastische Fasern und Platten dunkel. *Ad Adventitia* mit leichten Bindegewebsbündeln und dunkeln elastischen Fasern; *J Intima*; *M Media*.

im Innern der Schädelhöhle, fehlt eine deutliche *Elastica externa*. — Die stärksten mitteldicken Arterien zeigen schon eine Annäherung an die grössten Arterien, insofern als in ihrer *Media* gewisse Theile der elastischen Netze zu etwas stärkeren elastischen Blättern ausgeprägt sind, welche jedoch durch die ganze Dicke der *Media* mit einander zusammenhängen und auch seltener wirkliche elastische Häute sind, wodurch sie am besten von den noch zu beschreibenden elastischen Platten der Ringfaserhaut grosser Arterien sich unterscheiden. In erster Andeutung erscheinen diese Blätter in den inneren Lagen der *Media* der *Femoralis*, *Mesenterica superior*, *Coeliaca*, *Iliaca externa*, *Brachialis* und der äusseren und inneren Carotiden, wogegen sie auffallender Weise im Anfange der *Tibialis antica* und *postica* und in der *Poplitea* durch die ganze mittlere Haut sich finden, und namentlich in der letzten Arterie, die auch meist etwas dickere Wände hat als die *Femoralis*, recht hübsch entwickelt sind.

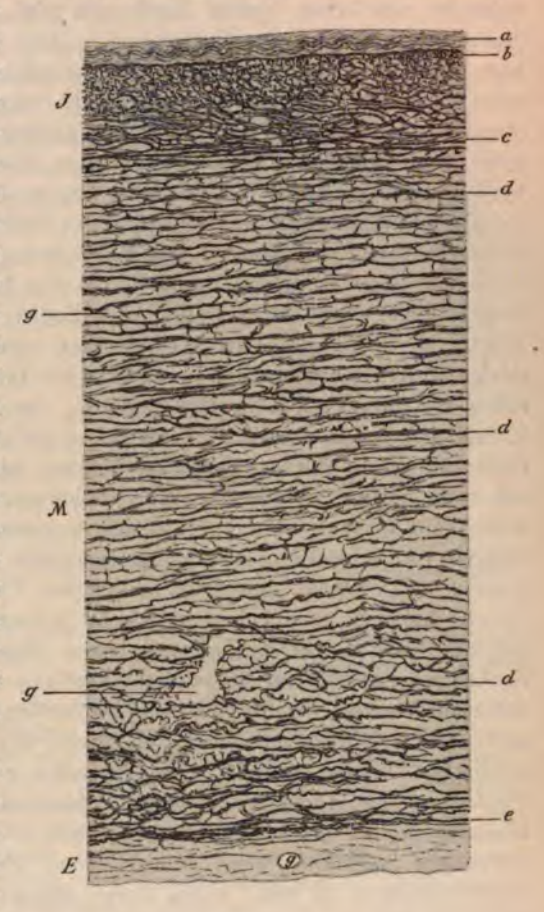


Fig. 1287.

Durch das eben angegebene Verhalten der *Media* werden manche mitteldicke bereits den grössten Arterien im Baue ähnlich. Was die *Intima* anlangt, so sind die Endothelzellen in der Regel nicht mehr so ausgezeichnet verlängert, wie in den kleineren Arterien, jedoch immer noch spindelförmig von 13—22 μ. Der übrige Theil dieser Haut wird mit der Stärke der Gefässe nicht gerade nothwendig dicker, zeigt jedoch namentlich in der *Aorta* eine grosse Geneigtheit zu Verdickungen, so dass es oft schwer wird, zu entscheiden, ob normale oder bereits pathologische Verhältnisse vorliegen. Unter dem Endothel finden sich

Fig. 1287. Längsschnitt durch die hintere Wand der *Aorta descendens* von einem 30jährigen Justifizirten. *Zenker*'s Fl. Orcein. Vergr. 85. *E. Tunica externa*; *J. T. intima*; *M. T. media*; *a* streifige Lagen der *Intima*; *b* innerste, *c* äusserste Lage der *Elastica interna*; *dd* elastische Platten der *Media*, dazwischen, lichtgrau, die Muskeln sammt elastischen Fasern und Bindegewebe; *e* elastische Fasernetze und Platten an der äusseren Grenze der *Media*; *gg* Gefässe.

vorzüglich Lagen einer hellen, bald gleichartigen, bald streifigen, selbst deutlich fibrillären Substanz, welche meist wie Bindegewebe sich ausnimmt (*Eulenburg* erhielt etwas Leim aus der *Intima*) und von feineren und gröberen längsziehenden elastischen Netzen durchzogen wird. In der Regel werden diese von innen nach aussen immer dichter und in ihren Elementen stärker, und die Innenhaut schliesst gegen die *Media* entweder mit einer elastischen dichten Netzhaut oder einer wirklichen gefensterten, mehr oder weniger faserigen Haut, welche offenbar der elastischen Innenhaut der kleinen Arterien entspricht. Unmittelbar unter dem Endothel sind die elastischen Fasernetze entweder sehr fein oder werden durch eine oder mehrere helle Lagen, die streifigen Lagen, vertreten, die einer Bindesubstanz mit sternförmigen Zellen gleichen (*Langhans*), andere Male gleichartig und kernlos sind und blassen elastischen Häuten sich annähern. In den äusseren Schichten gegen die *Media* finden sich häufig deutliche, meist längslaufende glatte Muskelzellen oder Zellen von zweifelhafter Bedeutung (Fig. 1289, *l'*). — In der Ringfaserhaut erscheinen als neues Element in den stärksten Arterien besondere elastische Häute oder Platten, die, abgesehen von ihrem queren Faserverlaufe, der elastischen Innenhaut namentlich kleinerer Arterien in allem Wesentlichen gleich gebildet sind und bald als die dichtesten Netze starker elastischer Fasern, bald als wirklich gefensterte Häute mit mehr zurückstehender Faserung erscheinen. Diese 2,2—2,6 μ dicken Platten, deren Zahl bis auf 50 und 60 ansteigen kann, wechseln regelmässig in Entfernungen von 6,7—18 μ mit queren Schichten glatter Muskeln, die von Bindegewebe und Netzen mittelfeiner elastischer Fasern durchzogen sind, ab, sind jedoch durchaus nicht als regelmässig ineinander geschachtelte, von einander getrennte und in ihren Zwischenräumen von Muskeln angefüllte Röhren zu denken, sondern stehen einmal bald häufiger, bald spärlicher unter einander und mit dem feineren, die Muskeln durchziehenden elastischen Netze in Verbindung, und sind zweitens nicht selten stellenweise unterbrochen oder von gewöhnlichen elastischen Netzen vertreten. Am schönsten und regelmässigsten erscheinen die Platten in der *Aorta abdominalis*, *Anonyma*, *Carotis communis* und den kleinsten hierher gehörigen Arterien, doch wechseln diese Verhältnisse bei verschiedenen Individuen sehr, so dass man, ohne im Besitze sehr ausgedehnter Untersuchungen zu sein, kaum etwas allgemein Gültiges aufstellen kann. — Was die *Media* sonst noch auszeichnet, ist die geringe Entwicklung ihrer Muskulatur. Kontraktile Faserzellen sind zwar auch in den grössten Arterien durch alle Schichten der *Media* zu finden, allein dieselben treten einmal, verglichen mit den übrigen Elementen derselben, den elastischen Platten, dem Bindegewebe und den feinen elastischen Netzen an Masse zurück und sind zweitens auch in ihren Elementen so eigenthümlich entwickelt, dass ihre physiologische Bedeutung eine andere sein muss, als die der Muskeln in den kleinen Arterien. Man findet nämlich in der *Aorta* und dem Stamme der *Art. pulmonalis* die Faserzellen in den inneren Schichten der *Media* oft nicht länger als 22 μ und dabei 9—13 μ breit und ganz platt, so dass sie gewissen Epitheliumzellen nicht unähnlich sehen, zugleich unregelmässig von Gestalt, rechteckig, spindel- oder keulenförmig, jedoch mit den bekannten stabförmigen Kernen. Diese Elemente sind zum Theile nur Bruchstücke von anastomosirenden Muskelzellen, welche ähnlich, wie die Herzmuskelfasern, Netze bilden und zwischen die elastischen

Platten sich einschieben. Die Muskelfasern verlaufen ausserdem nicht ringförmig um das Gefässrohr, sondern in schräg sich durchflechtenden Zügen, welchen auch Längsmuskeln sich beimischen. In den äusseren Schichten werden die Faserzellen schmäler und länger (bis 45 μ) und zugleich den ausgezeichneten muskulösen Faserzellen anderer Organe ähnlicher. In den *Carotides*, *Subclaviae*, *Axillares*, *Iliacae* sind die kontraktilen Elemente schon entwickelter, daher auch die *Media* dieser Arterien nicht die reingelbe Farbe derjenigen der grössten Arterien hat, sondern schon mehr ins Röthliche spielt. — Die *Adventitia* der grossen Arterien ist im Ganzen und im Vergleiche zu den übrigen Lagen schwächer als die der kleineren, und beträgt von 45—90 μ. Ihr Bau ist dadurch bemerkenswerth, dass eine deutliche *Elastica externa* fehlt (Fig. 1286, 1287), während bei Arterien mittlerer Stärke an den Extremitäten (*Art. brachialis*, *femoralis*) eine solche schon beim viermonatlichen Embryo deutlich wird (*Aschoff*).



Fig. 1288.

Die anatomische Unterscheidung einer *Tunica intima*, *media* und *externa* oder *adventitia* bietet, besonders bei den grossen Arterien, Schwierigkeiten in Bezug auf die Grenzbestimmung der Schichten. *Bonnet* (in Deutsche med. Wochenschr. 1896 Nr. 1) spricht sich, namentlich vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte, gegen diese alten Bezeichnungen aus und hält es für richtiger, nur von einem Endothelrohre und der perithelen Gefässwand zu reden oder, wenn man die alten Bezeichnungen beibehalten wolle, als *Intima* nur das Endothelrohr, als *Media* die *Elastica interna* und *externa* sammt dem zwischen beiden gelegenen Systeme elastischer und muskulöser Elemente und als *Adventitia* das nach aussen von der *Elastica externa* gelegene Gewebe zu bezeichnen. *Schiefferdecker* (in Sitzber. d. Niederrh. Ges. f. Nat. u. Heilk. zu Bonn 1896) will dem gegenüber zwar, ähnlich wie *Bonnet*, zwei Hauptbestandtheile der Gefässwand: Endothelrohr und *Membrana accessoria* (= perithele Gefässwand *Bonnet*) unterscheiden, schliesst sich aber in der Hauptsache an die heute gebräuchliche und auch hier beibehaltene Grenzbestimmung an, indem er die *Elastica interna* zur *Intima*, die *Elastica externa* zur *T. externa* und was dazwischen liegt, zur *T. media* rechnet. Das Endothelrohr ist zweifellos entwicklungsgeschichtlich die erste und anfänglich auch für die grossen Gefässe einzige Gefässwand, während sich die übrige Gefässwand erst sekundär unter Betheiligung von Mesodermzellen bildet, welche sich an das Endothelrohr anlegen. Gegenüber der Annahme von *His* und *Waldeyer*, dass die Muskeln der Gefässe von den Urwirbeln abstammen, stellte *Koelliker* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1886) fest, dass dieselben in loco entstehen. Die Ausbildung der einzelnen Schichten der grösseren Arterien ist zwar, insbesondere durch *Koelliker*, *Thoma*, *Morpurgo* und *Aschoff* soweit klargelegt, dass die Sonderung der *T. media* und *T. externa* bis ins dritte Embryonalmonat zurückverfolgt und das erste Auftreten der *Elastica interna* zwischen dem

Fig. 1288. Aestige glatte Muskelzellen aus der *Aorta thoracica descendens* isolirt. *a* Vom neugeborenen Kinde (Vergr. 570); *b* vom 4 jährigen Kinde (Vergr. 300); *c* vom Rinde (Vergr. 300). *a* und *b* durch Zerzupfen der mit *Müller*'s Flüssigkeit behandelten Aorta *c*. Durch Kaliumchlorat und Salpetersäure (20 %) isolirt.

Endothel und der fest geschlossenen Schicht von Kernen der *Media* beobachtet werden konnte, sowie im 4. Monate das erste Auftreten von elastischen Streifen in der *Media*. Doch liegen die feineren histogenetischen Vorgänge noch im Dunkel und es ist z. B. noch durchaus nicht klar, ob die, wie eine Cuticula auftretende primäre *Elastica interna* vom Endothel, wie *Koelliker* (5. Aufl. S. 635) annimmt und auch ich glaube, oder von den umgebenden Zellen der *T. media* gebildet wird.

Es scheint mir nicht richtig zu sein, wenn *Schiefferdecker* und sein Schüler *Grünstein* voraussetzen, dass elastische Fasern und Lamellen immer nur im Bindegewebe sich finden. Nach den Untersuchungen *S. v. Schumacher*'s (in Arch. f. mikr. Anat. 55. Bd., S. 163) ist in der *T. media* der Milzarterien jede einzelne Muskelfaser allseitig von elastischen Häutchen umsäumt, die hier das *Perimysium internum* vertreten. Wenn ferner *Schiefferdecker* gegen *Bonnet* geltend macht, dass die *Elastica interna* in einer Bindegewebshaut liege, da wir überhaupt keine elastischen Grenzlamellen kennen, welche Bindegewebe nach aussen hin abgrenzen, so möchte ich dagegen auf die serösen Häute (*Mesenterium* etc.) hinweisen, welche zweifellose elastische Grenzhäutchen unter dem Epithele besitzen, ganz abgesehen von den elastischen Grenzlamellen, welche an Schleimhäuten vorkommen und von den, den elastischen Häuten nahestehenden Glashäuten und *Membranae propriae* von Drüsen. Es sei ferner auf die Thatsache verwiesen, dass bei der Entwicklung der Chordascheiden von *Ammocoetes* primär ein elastisches Häutchen auftritt, ehe eine Spur von leimgebenden Fäserchen vorhanden ist. Das erste Auftreten der *Elastica interna* der Arterien zeigt manche Analogien mit dem ersten Auftreten der *Elastica chordae* bei *Ammocoetes*, welche sicher von einer epithelartigen Zellschicht (Chordaepithel) gebildet wird. Hier wie dort wird zuerst eine homogene Haut gebildet, die sich allmählich verdickt und erst sekundär Lücken erhält (an der *Aa. brachialis* und *femoralis* nach *Aschoff* erst zur Zeit der Geburt). Wie sich die weiteren sekundären Umwandlungen der *Elastica interna* vollziehen, ist unbekannt. Ob die später auftretenden Spaltungen und Aufsplitterungen thatsächlich Umbildungen der primär einfachen Membran sind oder Neubildungen, die nach vorausgehender Zerstörung der primären Haut auftreten, muss dahin gestellt bleiben, doch scheint mir ersteres nach den Erfahrungen, welche ich an der *Elastica externa chordae* der Knochenfische machen konnte (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 105. Bd., S. 150), nicht unmöglich.

Die Verhältnisse der *Intima* der Arterien haben mit Rücksicht auf die so häufig vorkommenden endarteriitischen Prozesse von jeher besondere Aufmerksamkeit erregt. Bei Embryonen und noch bei neugeborenen Kindern besteht die *Intima* auch in den grössten Arterien wesentlich nur aus dem Endothele und einer darunter gelegenen einfachen, elastischen Innenhaut, die in Form einer vielfach wellig gebogenen, doppelt contourirten Membran an senkrechten Durchschnitten sich darstellt. Nach der Geburt entwickelt sich eine Verdickung der *Intima* in Form von streifigen Lagen oder einer „elastisch-muskulösen" Lage nach *Thoma* (in *Virchow*'s Arch. 93. Bd.) vor allem im Gebiete der „Nabelblutbahn"; das heisst in der Aorta bis zur Abgangsstelle der Nabelarterien aus den *Aae. hypogastricae* und zwar, wie *Thoma* glaubt, in Folge der nothwendigen Verengerung, welche dieses Gefässgebiet wegen des Ausfalles des Placentarkreislaufes erleiden muss.

Die *Intima* der Arterien zeigt Verschiedenheiten, welche nicht ausschliesslich, wie man früher wohl anzunehmen geneigt war, mit der Grösse der Arterien zusammenhängen. Die aus der einfachen elastischen Innenhaut zunächst hervorgehende, morphologisch höhere Bildung ist entweder eine Spaltung derselben in zwei Lamellen, zwischen welche sich eine Lage von elastischen Fasern und leimgebendem Gewebe, eventuell auch von längslaufenden Faserzellen einschieben; oder die elastische Innenhaut bleibt einfach und es schiebt sich zwischen sie und das Endothel eine subendotheliale Lage, welche die früher genannten, interlamellär auftretenden Gewebselemente, vor allem elastische Längsfasern enthält. Oder endlich es kombiniren sich beide Formen der Umwandlung, wozu dann noch als weitere Abänderung hinzutritt, dass die innere Spaltungslamelle der elastischen Innenhaut sich in elastische Fasernetze auflöst, gleichsam in solche zersprengt wird. Dieser Prozess findet insbesondere an der Aorta, der *Pulmonalis*, der *Anonyma*, den Carotiden und *Subclaviae* statt und reicht nach *Grünstein* auch noch in den Anfangstheil der *Iliacae communes* hinein. Weiterhin tritt aber eine *Intima* auf,

in welcher die beiden Spaltungslamellen der elastischen Innenhaut scharf hervortreten, während gleichzeitig die subendotheliale Schicht sich stark verdünnt. Ueber die Frage, ob in Arterienwänden gesunder Individuen Zerreissungen (Rupturen) elastischer Häute und Fasern vorkommen, was ja von vornherein wenig wahrscheinlich ist, vergleiche man die Arbeiten von *Zwingmann*, *Schulmann* und von *Hilbert* (in *Virchow*'s Arch. 142. Bd., S. 218). Spaltungen der elastischen Innenhaut sind an mittleren Arterien z. B. der *Femoralis* oft auf kurze Strecken beschränkt und man kann an demselben Querschnitte Stellen mit einfacher und mit doppelter elastischer Innenhaut sehen. Selbst an kleinen Arterien, wie an den *A. digitales volares*, kann man bald eine einfache *Elastica interna*, bald zwischen dieser und dem Endothel eine mehr weniger stark entwickelte elastische Längsfaserschicht an einem und demselben Querschnitte sehen und dasselbe gilt bezüglich der streifigen Häute grosser Arterien, wie der Carotis. Eine ins Einzelne gehende Beschreibung müsste sich in verwirrender Kasuistik verlieren; einigermassen verständlich kann diese grosse Variabilität der Ausbildung der *Intima* nur unter den Gesichtspunkten werden, welche *W. Roux* über die Gesetze der Verzweigung und der Querschnittsformen der Arterien aufgefunden und welche ergeben, dass hierbei die erreichbare Anpassung an einen ungehinderten Blutstrom massgebend ist. Seitlicher Stoss auf die Gefässwand durch die strömende Blutmasse wird möglichst vermieden und soweit dies durch Aenderung der Querschnittsform des Gefässes erreicht werden muss, kommen lokale Dickenveränderungen der *Intima* wohl in erster Linie in Betracht. Nach *Triepel* (in Anat. Hefte 7. Bd., S. 191) finden sich an den Hirnarterien, bei welchen insofern relativ einfachere Verhältnisse vorliegen, als ihre Lage durch Bewegungen des Körpers nicht verändert wird, Spaltungen der *Elastica interna* stets in der Umgebung der Abgangsstellen von Aesten und im Anfangstheile der letzteren und wahrscheinlich auch regelmässig an gekrümmten Arterienstrecken, im Bereiche der konkaven Längsbiegung der Lichtung, vor. Die *Intima* verdickt sich in den grossen und mittleren Arterien im Allgemeinen mit zunehmendem Alter; jedoch nach *Grünstein* weniger in den *Iliacae* und ihren Aesten als in den Aesten des Aortenbogens. *Westphalen* fand auch in der *Aa. uterina* eine relativ bedeutende Entwicklung der Bindegewebsschicht der *Intima*.

Längsmuskeln in der *Intima* fand zuerst *Koelliker* in der *Axillaris* und *Poplitea*, *Remak* (1850) in den Eingeweidearterien der Thiere an den Abgangsstellen der Aeste erster Ordnung (*Aa. renalis, hepatica, lienalis, mesenterica*), *Eberth* vereinzelte Faserzellen in den *Aa. hepatica, lienalis* und *femoralis*, *v. Bardeleben* beschreibt als regelmässiges Vorkommen in allen grösseren und mittleren Arterien eine innere Längsmuskelzone (*Carotis externa, interna, communis, Subclavia, Aorta, Iliaca, Femoralis, Tibialis*). *Thoma* (in *Virchow*'s Arch. 93. Bd.) findet an den Theilungsstellen der Arterien schon beim Fötus longitudinale Muskelbündel an der Grenze von *Media* und *Intima*, an anderen Stellen entwickelt sich eine „elastisch-muskulöse Schicht" erst später. *Westphalen* findet Längsmuskeln in der *Intima* der *A. uterina* und *ovarica* und *Minervini* bisweilen in den Arterien der Hohlhand. Ich konnte mich von einem regelmässigen Vorkommen von glatten Muskelzellen in der *Intima* nicht überzeugen, namentlich nicht in der von *v. Bardeleben* angegebenen ausgedehnten Verbreitung, ebensowenig als *Grünstein*, der in der *Intima* der *Carotis, Subclavia* und *Iliaca* keine Längsmuskeln und in der Aorta nur spärliche Bündelchen solcher auffinden konnte. Auch *Aschoff* sah keine regelmässige Längsmuskelschicht in der *Intima*.

Diese widersprechenden Befunde erklären sich aus der Schwierigkeit, glatte Muskelzellen und die eigenthümlichen Bindegewebszellen, welche *Langhans* zuerst in der Aorta beschrieben hat, mit Sicherheit auseinander zu halten. Nur eine mit den modernen Hilfsmitteln an tadellos fixirtem Materiale ausgeführte Untersuchung, welche die feinere Struktur der Zellen mit Sicherheit erkennen liesse, könnte bei starken Vergrösserungen eine sichere Entscheidung bringen. Die Formen der Zellen lassen oft im Zweifel, wie ich schon vor Jahren hervorhob (in *Rollett*'s Unters. 1870), da auch die Muskelzellen der *Media* in den grossen Arterien ästig, durch Anastomosen verbunden und von relativ viel Zwischengewebe umgeben sind. Die von *Langhans* entdeckten spindel- und sternförmigen Zellen der *Intima* der Aorta wurden zuerst von *Koelliker* (5. Aufl.) gegen *Henle* bestätigt, von mir auch bei Thieren nachgewiesen. Die eingehendsten Darstellungen derselben gaben später *Key-Aberg*, *Vialleton* und *Renaut* (in Traité techn. I. S. 832). Ich halte diese Zellen wie die genannten Autoren für Binde-

gewebszellen. Nicht selten findet man neben denselben auch Rundzellen, wahrscheinlich Leukocyten.

Das Vorkommen zweifelloser Längsmuskeln der *Intima* scheint stets auf kurze Strecken, namentlich an der Abgangsstelle von Aesten, beschränkt zu sein. In einigen Arteriengebieten, wie insbesondere jenen der Schwellkörper (siehe S. 487), finden sich polsterartige Verdickungen der *Intima* mit Längsmuskeln. Aehnliches sah *Strawinsky* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 70. Bd., S. 85) in den Nabelarterien, *Paladino* (in Ulter. Ricerche, cit. S. 584) in den Arterien des Ovarium. In den Nabelarterien finden sich im Nabelstrange ausserdem überall nach innen von der Ringmuskelschicht und in dieser selbst (*Gimbert*) Längsmuskeln. — Ganz eigenartig sind die von *E. Laguesse* (in C. r. de la Soc. de Biol. 1892) bei Knochenfischen aus den Gattungen *Labrus* und *Crenilabrus* entdeckten klappenartigen Wülste an den Mündungen abgehender Seitenäste im ganzen Arteriensysteme. Die Wülste gehören der *Intima* an und bestehen aus blasigen Zellen, jenen im Knorpel der Achillessehne des Frosches ähnlich. — Knorpelzellen ähnliche Gebilde in den Wänden der Ciliararterien des Menschen erwähnt *H. Müller* (in Würzb. Verh. X. S. 183).



Fig. 1289.

In der *Media* fehlt die Muskulatur (*Koelliker*, 5. Aufl.) in den Arterienästchen der Retina, welche unter 45 μ Durchmesser herabgehen. Es ist dies eine Ausnahme. Nach *H. Müller* zeigen die Kerne der Muskelzellen oft eine gewisse Regelmässigkeit der Anordnung und stehen entweder alle über einander in einer Reihe, oder abwechselnd in zwei Reihen, oder in einer Spirallinie. Aehnliches bemerkten später *Ranvier, Renaut* u. a. Nach *J. Lister* (in Trans. of the R. Soc. of Edinburgh 1857 und in Quart. Journ. of micr. sc. Oct. 1857 p. 8) sind die kontraktilen Faserzellen der kleinsten Arterien der Froschschwimmhaut bei einer Länge von 120—150 μ anderthalb bis zweiundeinhalb mal um die Innenhaut herumgelegt und solche Faserzellen

Fig. 1289. Längsschnitt durch die *Intima aortae* von demselben Präparate wie Fig. 1287. Resorcin-Fuchsin, Eosin. Vergr. 465. *b* Leimgebendes Gewebe; *b'* leimgebendes Gewebe der innersten Schicht *Media*; *e* innere Grenze der *Elastica interna*; *e'* äusserste elastische Fasern und Platten der *Elastica interna*; *f* elastische Fasernetze; *f'* elastisches Gewebe der innersten Schicht *Media*; *l* *Langhans*'sche Zellen; *l'* Zellen von zweifelhafter Bedeutung; *m* längslaufende Muskeln; *m'* Muskelgewebe der innersten Schicht *Media*; *s* streifige Lagen mit *Langhans*'schen Zellen.

bilden in einfacher Lage die ganze Muskelhaut. — Ueber die verschiedenen mikroskopischen Bilder kontrahirter und erschlaffter glatter Muskelzellen in der *Carotis* des Rindes machte in jüngster Zeit *Henneberg* eingehendere Mittheilungen.

Die Ausbildung des elastischen Gewebes in der *T. media* stärkerer Arterien steht oft in einer Korrelation mit der stärkeren oder geringeren Ausbildung der elastischen Faserschicht (*Elastica externa*) der äusseren Arterienhaut. Doch giebt es auch Arterien, wie namentlich im Innern des Schädels, die trotz einer an elastischen Elementen armen *Media* keine eigentliche *Elastica externa* mit Längsfasern besitzen. Die verschiedenartige Vertheilung der elastischen Elemente zeigt sich am auffälligsten an Präparaten, in welchen das elastische Gewebe allein gefärbt ist, wie ein Blick auf die Figuren 1285 u. 1286 S. 645 u. 646 ergiebt. An dem Schnitte der *A. radialis* erscheint das elastische Gewebe in der *Media* äusserst spärlich; dagegen ist eine ungemein entwickelte *Elastica externa* und eine starke elastische Innenhaut vorhanden. Umgekehrt zeigt die *Iliaca* in der *Media* zahlreiche elastische Platten und Fasern, während die äussere und innere Arterienhaut relativ ärmer an elastischen Elementen sind. Arterien der ersten Art hat *Ranvier* als „muskulären Typus", jene der letzteren Art als „elastischen Typus" bezeichnet, zu welchem letzteren vor allem die Aorta und ihre Hauptäste sowie die Lungenarterien gehören Die Anordnung der Muskulatur in den Arterien von elastischem Typus ist eine sehr verwickelte und die Isolirung der Muskelzellen auf grössere Strecken ist bisher nicht gelungen. Immerhin konnte ich mich, nach Zerstörung des elastischen Gewebes mittelst Salpetersäure und Kaliumchlorat (l. c.) überzeugen, dass netzförmige Verbindungen von glatten Muskelzellen in der Aorta von Menschen und Säugethieren reichlich vorkommen. Die glatten Muskelfasern inseriren sich zum Theile an den elastischen Platten und zwar fand ich dies in der *Media* der Aorta von neugeborenen Kindern an Isolationspräparaten so häufig, dass ich an eine Umwandlung von Muskelzellen in elastische Substanz dachte, was ich heute nicht mehr aufrecht erhalten kann. Wohl aber möchte ich die Thatsache der Verbindung von Muskelzellen und elastischen Platten *Schiefferdecker* und *Grünstein* gegenüber in Erinnerung bringen, da letztere an Schnitten überall zwischen den Muskeln ,und elastischen Platten Bindegewebe finden wollen. Die Muskelzellen der grossen Arterien sind meistens abgeplattet, bandartig; ihr Verlauf ist nicht rein quer, sondern sie sind in komplizirter Weise zu schräg sich durchkreuzenden, stellenweise auch longitudinalen Zügen angeordnet. Aehnliches fand *V. Calucci* (in Memor. d. R. Accad. di Bologna S. 5, T. 7 1898) in den Kranzarterien des Herzens. Die natürliche Lage der Gewebeelemente der Arterienwand, wie sie im Leben besteht, lässt sich aus Arterienstücken, welche in Fixirungsflüssigkeiten gebracht und dann geschnitten werden, nicht direkt entnehmen, da sich die Arterien sowohl in der Längs- als Querrichtung zusammenziehen. Die Aorta befindet sich in der Leiche in einer negativen Längs- und in einer positiven Spannung in quertangentialer Richtung, d. h. wenn sie aus der Leiche herausgeschnitten wird, verkürzt sie sich in der Längsrichtung, während zugleich der Umfang des Rohres zunimmt, wie *R. F. Fuchs* (in Centralbl. f. Physiol. 1898) für den Hund eingehend verfolgte. Dass bei so komplizirten Spannungsänderungen die Gewebeelemente verschoben werden und dass dabei auch „Radiärfasern" auftreten können, welche in vivo sicher nicht vorhanden sind, ist begreiflich, aber es ist trotzdem schwer, im Einzelnen die natürliche Lage der Gewebeelemente in der lebenden Arterie sich aus den verzerrten Bildern, wie sie z. B. in den Figuren 1284 und 1286 vorliegen, zu rekonstruiren. Die *Intima* der grossen Arterien zeigt sowohl an Längs- als Querschnitten einen ziemlich geradlinigen Verlauf; ein Zeichen, dass sie vermöge ihrer Elasticität den veränderten Spannungen in ziemlich vollkommener Weise zu folgen vermag. Dagegen erscheinen die elastischen Häute und Fasern der *Media* alle in wellige Falten gelegt, welche hauptsächlich der Länge nach laufen, ein Zeichen, dass die positive quertangentiale Spannung, welche an der ausgeschnittenen Arterie sich geltend machen kann, nicht ausreicht, die grossen Arterien zu dem Umfange auszudehnen, welchen sie im Leben besassen. Die todtenstarren Muskeln müssen im Ganzen eine Kontraktion bewirkt haben, welche die Faltung der elastischen Häute der *Media* bedingt, da die Muskelzellen die einzigen Gewebeelemente sind, welche gerade gestreckt erscheinen. Bei kleineren muskulösen Arterien erscheint die kontrahirte Muskulatur als ein gleichmässiger Ring, während die elastische Innenhaut in zahlreiche Längsfalten zusammengedrückt erscheint und die in der *Media* vorkommenden elasti-

Fasern ebenfalls viele Wellenbiegungen zeigen. Die Elasticität der Arterienwand ist von grösster physiologischer Bedeutung; Abnahme derselben, namentlich in der *Media*, soll nach *Thoma* den Beginn der häufigsten Alterskrankheit, der Arteriosklerose, einleiten. Dass das eigentliche elastische Gewebe, welches bekanntlich durch seine grosse Dehnbarkeit und trotzdem sehr vollkommene Elasticität von dem zugfesten leimgebenden Faserbündel auffällig sich unterscheidet, hierbei wesentlich betheiligt ist, scheint sehr wahrscheinlich. *Unna* fand unter den elastischen Fasern seniler Haut solche, welche die auffallende Eigenschaft haben, sich in basischen Farbestoffen besonders in sogenanntem polychromem Methylenblau stark zu färben, während normale elastische Fasern dies nicht thun. *Unna* sieht in dieser Färbereaktion den Ausdruck einer chemischen, degenerativen Umänderung des Elastins in eine andere Substanz, die er Elacin nennt. *Grünstein* konnte nun auch in den elastischen Fasern und Platten der grossen Arterien alter Individuen Elacin nachweisen. Ob das Elacin auf eine Elasticitätsabnahme der Arterienwand schliessen lässt, muss dahingestellt bleiben, da man ausser durch die angeführte Färbereaktion Elastin und Elacin in den Arterien bisher noch nicht zu unterscheiden vermag und die physikalischen Eigenschaften der Elacinfasern und -Häute noch unbekannt sind, wenn auch *Unna* aus seinen Befunden in der Haut auf eine grössere Brüchigkeit und Verlust der Elasticität der Elacinfasern gegenüber den elastischen schliessen zu können glaubte. — In mehreren Arbeiten (zuletzt im Anat. Anz. 15. Bd. S. 488) hat *H. Triepel* den Vorschlag vertheidigt, an Stelle der Bezeichnung elastisches Gewebe „gelbes Bindegewebe" zu setzen, was indessen mit Rücksicht auf das Treffende, das in der Bezeichnung elastisches Gewebe liegt, kaum Eingang finden dürfte.

Das leimgebende Gewebe bildet in der *Intima* und *Media* der Arterien nur einen untergeordneten Bestandtheil und es macht Schwierigkeiten, in der *Intima* und den inneren Schichten der *Media* an Isolationspräparaten zweifellose Bindegewebsbündel zur Anschauung zu bringen. Nur mit geeigneten Färbungsmethoden, namentlich nach *van Gieson*, lässt sich an Schnitten leimgebende Substanz zwischen den elastischen Elementen und Muskelzellen bequem nachweisen.

Im Gegensatze hierzu bildet die Grundmasse der *Adventitia* ein Geflecht von Bindegewebsbündeln, welchen allerdings auch hier elastische Fasern, manchmal auch elastische Häute (*A. femoralis*) ziemlich reichlich beigemengt sind, die sogar in den mittleren Arterien, in Form der *Elastica externa* direkt der *Media* angeschlossen, eine die leimgebenden Fasern fast ganz verdrängende Schicht bilden. Im Bindegewebe der *Adventitia* kommen auch nicht selten glatte Muskelzüge vor. In der Aorta finden sich häufig zerstreute längslaufende Muskelbündel dicht an der *Media* so, dass man sie, wenn man will, noch dieser zuzählen kann; in der *Iliaca* fand *Grünstein* Längsmuskeln mitten im Bindegewebe, nach aussen von der hier bereits auftretenden *Elastica externa*. *Koelliker* erwähnt solcher an den Arterien des *Hilus ovarii*, *Eberth* an der *A. femoralis*, *renalis*, *lienalis* und *dorsalis penis* und *B. Stilling* an den Arterien der Schwellkörper. Die Nabelarterien besitzen neben den inneren Längsmuskeln auch äussere, die jedoch den Muskeln der *Media* sich innig anschliessen. Bei Thieren hat *Remak* Längsmuskeln in der *Adventitia* der Aorta und verschiedener Arterien der Eingeweide nachgewiesen.

Ueber Messungen der Dicke der Arterienhäute an verschiedenen Arterien vergleiche man *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. II. 2, S. 512 und 5. Aufl. d. Handb. S. 590.

§ 319.

Venen. Auch die Venen lassen sich in drei Abtheilungen, kleine, mittelstarke und starke bringen, die jedoch noch weniger scharf von einander abzugrenzen sind, wie die Arterien. Die Venen sind ohne Ausnahme dünnwandiger als die Arterien, was ebenso sehr von einer geringeren Entfaltung von muskulösen Elementen als von einer spärlicheren Entwicklung der elastischen Theile abhängt, daher auch die Venenwände schlaffer und minder zusammenziehungsfähig sind. Die *Intima* ist bei grossen Venen häufig nicht

stärker als bei mittelstarken, weniger entwickelt als bei den Arterien, sonst im Wesentlichen gleich gebaut. Die niemals gelbe, meist grauröthliche *Media* enthält viel mehr Bindegewebe, weniger elastische Fasern und Muskeln und zeigt, was ein Hauptunterschied ist, immer neben den queren auch längsverlaufende Faserschichten. Dieselbe ist im Allgemeinen schwach, jedoch bei mittelstarken Venen stärker als bei grösseren und auch in der Muskulatur am kräftigsten entwickelt. Die *Adventitia* ist in der Regel die stärkste Lage, und zwar nimmt ihre Dicke mit derjenigen der Gefässe meist zu. Die Zusammensetzung ist jener der Arterien ähnlich, doch finden sich in vielen Venen, besonders der Unterleibshöhle, zum Theil sehr entwickelte längsverlaufende Muskeln, welche der ganzen Venenwand ein eigenthümliches Gepräge geben.

Die kleinsten Venen (Fig. 1283, *b*) bestehen nur aus einem kernhaltigen, undeutlich faserigen oder gleichartigen Bindegewebe und einem Endothel. Letzteres zeigt mehr gleichmässig entwickelte, rundlich-vieleckige Plättchen mit länglichrunden oder selbst rundlichen Kernen, während in der Bindegewebsschicht eine verhältnissmässig starke *Adventitia* und noch eine dünnere, die *Media* vertretende Lage (Fig. 1283, ε), beide mit vorwiegender Längsrichtung der Fasern sich unterscheiden lassen. Unter 22 μ verlieren die Venen allmählich das äussere Bindegewebe und die mittlere Lage und das Endothel derselben setzt sich in jenes der Kapillaren fort. Eine Muskelhaut und überhaupt eine Lage von ringförmigen Fasern tritt erst bei Venen über 45 μ auf und zwar in Gestalt von anfänglich weit auseinander stehenden queren, länglichrunden Zellen, mit kurzen, länglichen, zum Theil selbst fast rundlichen Kernen. Nach und nach werden diese Zellen länger und zahlreicher und bilden endlich an Gefässen von 130—190 μ eine zusammenhängende Lage (Fig. 1281, β), welche jedoch immer unentwickelter ist als die der entsprechenden Arterien. So bleibt der Bau der Venen bis zu 220 μ, dann aber treten allmählich elastische, anfangs feine Netze nach aussen vom Endothel, in der *Muscularis* und *Adventitia* auf, während zugleich die Muskellagen sich vermehren und auch Bindegewebe und feine elastische Fasern zwischen ihre Elemente aufnehmen.

Venen von mittlerem Durchmesser (Fig. 1290) von 2—9 mm, wie die Hautvenen und tieferen Extremitätenvenen bis zur *Brachialis* und *Poplitaea* die Eingeweide- und Kopfvenen mit Ausnahme der Hauptstämme, zeichnen sich durch die namentlich bei den Venen der unteren Extremität nicht unbedeutende Entwicklung ihrer Ringfaserhaut aus, die wie bei den Arterien gelbröthlich von Farbe und querstreifig ist, jedoch überall an Mächtigkeit bei weitem hinter derjenigen der entsprechenden arteriellen Gefässe zurückbleibt und die Dicke von 136—158 μ nicht überschreitet. Dieselbe besteht auch zum Unterschiede von den Arterien nicht allein aus queren, vorzüglich muskulösen, sondern auch aus längsverlaufenden elastisch-bindegewebigen Lagen. Erstere werden von gewöhnlichem, leimgebendem Bindegewebe mit feinen, lockigen, mehr für sich verlaufenden elastischen Fasern (Kernfasern der älteren Autoren) und einer grossen Menge von glatten Muskeln dargestellt, deren spindelförmige Elemente bei einer Länge von 45—90 μ und einer Breite von 9—15 μ die gewöhnliche Beschaffenheit der kontraktilen Faserzellen darbieten, während die Längsschichten aus ächten stärkeren und ganz starken netzförmig vereinigten elastischen Fasern und spärlichen Längsmuskelbündeln bestehen. Die Lagerungsweise dieser

Gewebe ist nicht überall dieselbe und wird namentlich dort, wo Klappen sich finden (siehe unten) eine eigenthümliche. Mit dieser Einschränkung folgt in gewissen Venen (*Poplitaea*, *Profunda femoris*, *Saphena magna und parva*) auf die *Intima* eine 22—90 μ starke, einzig und allein aus Bindegewebe und feinen elastischen Netzen gebildete Lage mit Längsfaserung, die Längsschicht der *Media*, während in den anderen Venen die muskulösen Elemente auch

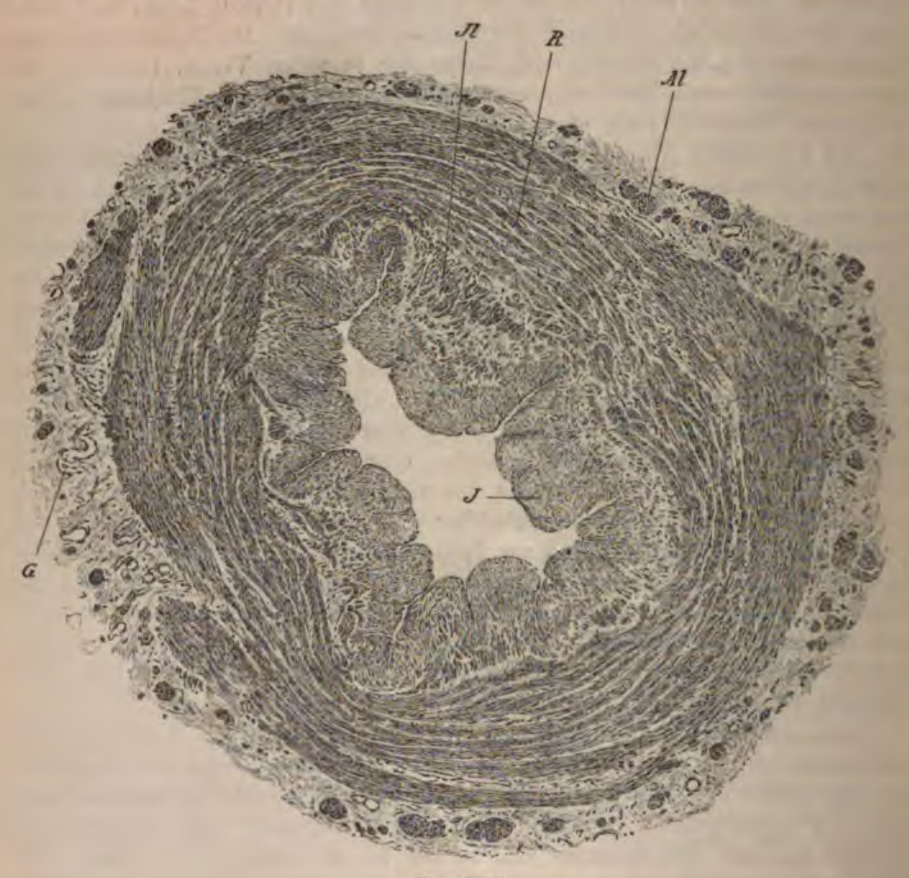


Fig. 1290.

in die innersten Lagen sich erstrecken. In diesem Falle findet sich unmittelbar nach aussen von der Innenhaut eine Querlage von Muskeln mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen, welche drei Gewebe in diesen Venen immer einander begleiten und dann folgen, regelmässig mit einander abwechselnd, elastische Netzhäute mit Längsfaserung immer in einfacher Lage und Quermuskeln mit Bindegewebe, so dass die *Media* dieser Venen ein geschichtetes Ansehen erhält,

Fig. 1290. Querschnitt durch ein Aestchen der *Vena saphena* von der Wade des Hingerichteten D. Pikrinsublimat. Vergr. 60. *Al* Aeussere Längsmuskeln, *G* Gefässe der *Adventitia*; *J* *Intima*; *Jl* innere Längsmuskeln; *R* Ringmuskeln der *Media*.

das in etwas an dasjenige der stärksten Arterien erinnert. (Fig. 1291 u. 1293). Es ist jedoch zu bemerken, dass die elastischen Netzhäute, wenn auch häufig sehr dicht verflochten, doch nie zu gleichartigen elastischen Häuten werden, ferner hie und da unterbrochen sind und, wie Längsschnitte deutlich lehren, ohne Ausnahme durch die ganze *Media* mit einander zusammenhängen. Die Zahl dieser elastischen Lagen schwankt zwischen 5—10, und ihre Zwischenräume betragen von 3 bis 22 μ. — Die *Intima* der mittelstarken Venen beträgt von 22—90 μ und besteht, wo sie dünner ist, nur aus verhältnissmässig kurzen

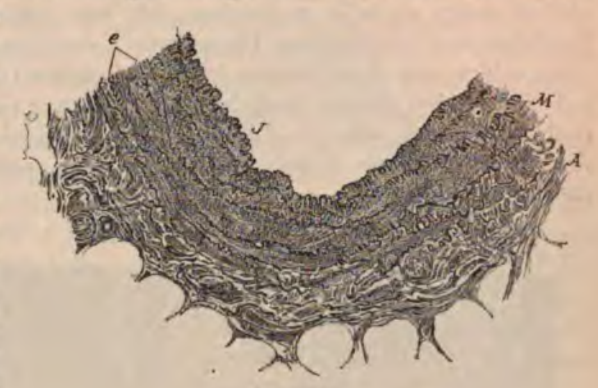


Fig. 1291.

Endothelzellen, einer streifigen, zellenhaltigen Lage und einer elastischen Längshaut, die der elastischen Innenhaut der Arterien entspricht, aber kaum jemals als eine wirklich gleichartige gefensterte Haut, sondern meist als ein äusserst dichtes, flächenartig ausgebreitetes Netz feinerer und gröberer elastischer

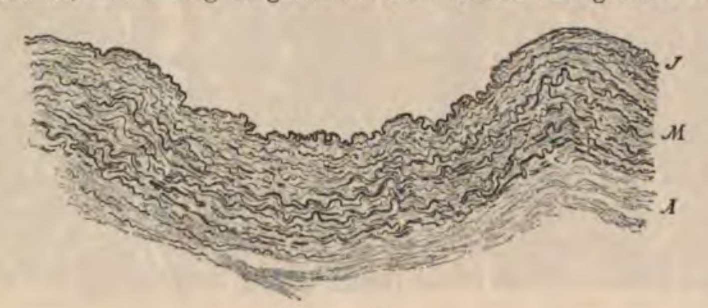


Fig. 1292.

Fäserchen erscheint (Fig. 1295, e'). Wo die *Intima* dicker ist, mehren sich die streifigen Lagen und treten vor Allem noch einige oder selbst mehrere Netze elastischer feiner Fasern nach innen von der erwähnten, die *Intima* abschliessenden elastischen Haut auf. Glatte Muskeln fand *Koelliker* in der *Intima* der Venen des *Uterus gravidus*, ebenso in der *Saphena magna* und *Poplitaea*, *Eberth* in der *Femoralis*, den Mesenterialvenen, der *V. umbilicalis*, *Epstein* auch in der *V. saphena parva*, *Cephalica*, *Basilica* und *Mediana*, *Remak*

Fig. 1291. Querschnitt durch eine *Vena digitalis communis*. *Zenker*'s Fl. Orcein. Vergr. 200. *A Externa* (*Adventitia*); *J Intima* mit elastischer Innenhaut; *M Media* mit Ringmuskeln; *e* elastische Netzhäute der *Media* (dunkel).

Fig. 1292. Querschnitt durch eine *Vena radialis* einer 30 jährigen Frau. Sublimat-Eisessig, Orcein. Vergr. 110. Elastische Elemente dunkel. *A Externa* (*Adventitia*); *J Intima*; *M Media*; zu vergleichen mit Fig. 1284 S. 644.

in den Eingeweidevenen gewisser Säugethiere. — Die *Adventitia* dieser Venen ist fast ohne Ausnahme dicker als die *Media*, häufig noch einmal so dick, seltener von gleicher Stärke. In der Regel enthält dieselbe nur längsverlaufende, vielfach unter einander verbundene, oft sehr schöne, starkfaserige, elastische Netzhäute und gewöhnliches Bindegewebe, doch kommen im Bezirke derjenigen Eingeweidevenen, deren Stämme in der *Adventitia* Längsmuskeln besitzen, solche auf eine gewisse Strecke auch in den Aesten vor (s. das Folgende). Zerstreute doch im Ganzen spärliche Längsmuskeln finden sich auch in der *Adventitia* der früher genannten Venen der Extremitäten, namentlich an den Theilungsstellen.

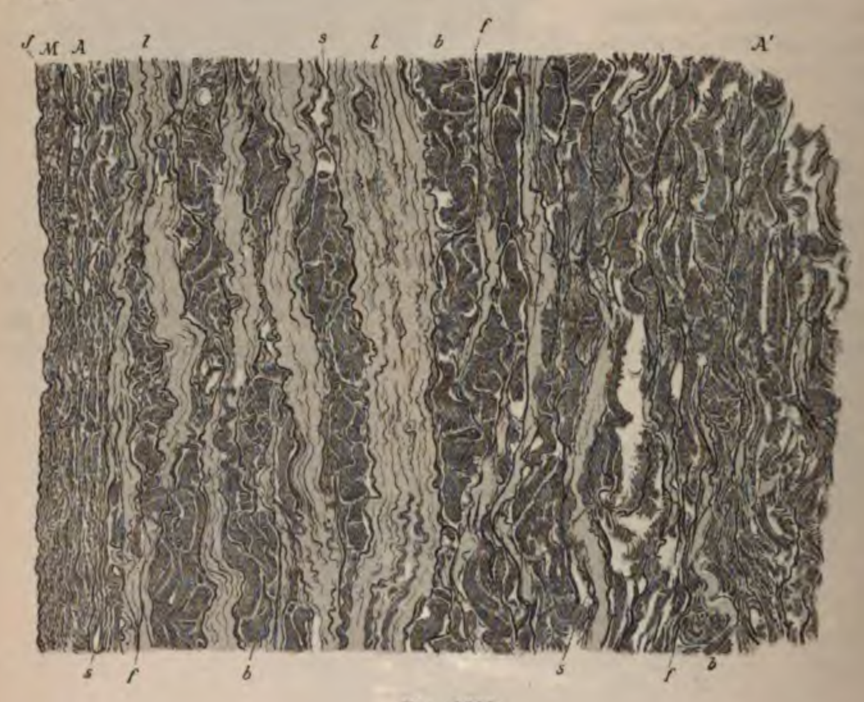


Fig. 1293.

Die **stärksten Venen** unterscheiden sich von jenen mittleren Durchmessers durch die geringe Entwicklung der *Media*, namentlich der Muskulatur derselben, was freilich häufig durch das Auftreten muskulöser Elemente in der *Adventitia* ausgeglichen wird. Die *Intima* ist in der Regel 22 μ dick und verhält sich dann wie bei den mittleren Venen. Seltener verdickt sie sich, wie in der *Cava inferior* hie und da, in den Stämmen der *Hepatica*, in den

Fig. 1293. Längsschnitt durch die *V. cava inferior* aus der Lebergegend. Formalin. Elastische Fasern mit Fuchsin-Resorcin, Muskeln und Bindegewebe mit Pikrofuchsin gefärbt. Vergr. 112. *A A'* *Tunica externa* (*Adventitia*), von welcher ca. $^1/_5$ nicht dargestellt ist; *J* *Intima* mit elastischer Innenhaut; *M* *Media* mit spärlichen Ringmuskeln; *b* Bindegewebsbündel; *f* elastische Fasern (schwarz); *l* Längsmuskelbündel; *s* Spalten im Bindegewebe.

Anonymae bis zu 45—68 μ, welche Dickenzunahme durch gestreifte Lagen mit Zellen und feine elastische Längsnetze, nirgends aber durch Muskeln bewirkt wird. Die Dicke der *Media* beträgt durchschnittlich 45—90 μ, kann jedoch ausnahmsweise, wie im Anfange des Pfortaderstammes, im obersten Theile des Bauchtheiles der *Cava inferior*, an den Einmündungsstellen der Lebervenen bis auf 130—270 μ ansteigen oder es kann, wie im grössten Theile der *Cava*, an der Leber und im weiteren Verlaufe der grössten Lebervenen die *Media* fast ganz fehlen. Ihr Bau ist im Wesentlichen derselbe wie früher, nur hängen die längsverlaufenden elastischen Netze vielfach zusammen und sind weniger deutlich oder gar nicht in Lagen angeordnet, ferner sind die Quermuskeln spärlich und undeutlich, selbst da, wo die *Media* die angegebene bedeutende Dicke besitzt und reichlicher mit queren Bindegewebsbündeln gemengt. Am entwickeltsten sah *Koelliker* die Muskeln in der *Lienalis* und *Vena portae*, ganz zu fehlen schienen sie ihm im Bauchtheile der *Vena cava* unterhalb der Leber an gewissen Stellen, in der *Subclavia* und den Endstücken der *Cava superior* und *inferior*. — Die *Adventitia* der grössten Venen übertrifft ohne Ausnahme die *Media* an Dicke oft um das Doppelte und mehr, bis um das Fünffache, und zeigt im Baue die bedeutende Abweichung, dass sie, wenigstens bei gewissen Venen, wie *Remak* richtig angibt, eine bedeutende Menge von Längsmuskeln enthält. Am schönsten sind dieselben, wie schon *Bernard* wusste (*Gaz. méd. de Paris*. 1849. 17. 331), im Lebertheile der *Cava inferior*, wo sie mit 22—90 μ starken Bündeln ein die innere Hälfte oder die zwei inneren Drittheile der äusseren Haut durchziehendes Netzwerk bilden, das, wo die *Media* fehlt, unmittelbar an die *Intima* anstösst und bis 0,5 mm Mächtigkeit erlangen kann. Ausserdem fand *Koelliker*, wie *Remak*, diese muskulösen Längsbündel, in welchen nie Bindegewebsbündel, wohl aber elastische Fasern sich finden, noch sehr entwickelt in den Stämmen der Lebervenen, im Stamme der *Vena portae* und im übrigen Theile der *Cava inferior*, und verfolgte dieselben bis zur *Lienalis, Mesenterica superior*, *Iliaca externa* und *Renalis*. Auch die *Vena azygos* zeigte einige derselben, dagegen fehlten sie durchaus in der oberen Hohlvene und deren Hauptästen. Nur in der *Renalis* und *Vena portae* erstreckten sich diese Muskeln durch die ganze Dicke der *Adventitia*, während in den anderen genannten Venen ein grösserer oder kleinerer äusserer Theil derselben von Muskeln frei blieb und wie gewöhnlich aus längsverlaufendem Bindegewebe und elastischen starkfaserigen Netzen bestand. Hierdurch erscheint die muskulöse Lage der *Adventitia* wie eine besondere Gefässhaut, welche zur Verwechslung mit der unentwickelten oder, wie oben angegeben wurde, selbst fehlenden *Media* Anlass geben könnte. Doch lässt sich, durch Verfolgung der Verhältnisse von den kleineren Venen an, leicht feststellen, dass die Längsmuskeln der *Adventitia* angehören. Die Muskellage der *Adventitia* enthält ausser den kontraktilen Elementen, die bei einer Länge von 45—90 μ die gewöhnlichen Eigenthümlichkeiten darbieten, und vielen elastischen Längsnetzen ohne Ausnahme eine gewisse Menge von Bindegewebsbündeln, welche, wie es scheint, überall vorwiegend quer verlaufen, so dass mithin die queren Elemente auch in diesen grossen Venen, wenn auch weniger durch Muskeln, doch vertreten sind. Alle grossen Venen, die in das Herz einmünden, besitzen auf eine kurze Strecke eine äussere ringförmige Lage derselben quergestreiften Muskeln,

die auch im Herzen sich finden, mit netzförmigen Verbindungen der Primitivbündel. Nach *W. Krause* sind sie am wenigsten und nur dicht an der Mündung an der *Cava inferior* ausgebildet; reichen dagegen an der *Cava superior* 2—3 cm weit oder bis zur Umschlagsstelle des Herzbeutels; an den *Venae pulmonales* umgeben sie schlingenförmig deren Mündung, gehen durch den Theilungswinkel in ihre beiden Hauptäste hindurch und erstrecken sich zuweilen bis auf letztere.

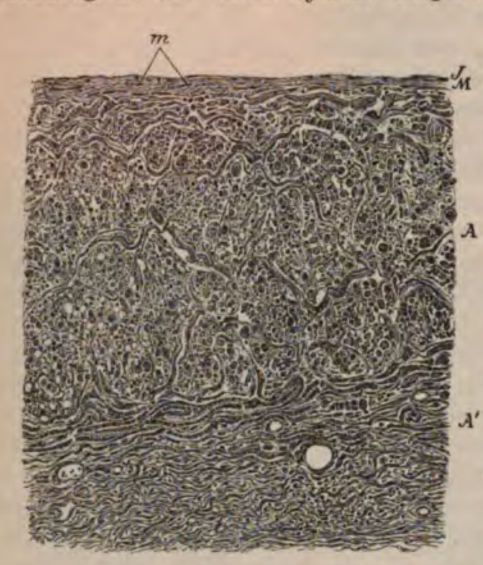


Fig. 1294.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch Venen, in denen die Muskulatur übermässig entwickelt ist und Venen, in denen eine solche gänzlich fehlt. Zu den ersteren gehören die Venen des schwangeren *Uterus*, in denen neben der *Media* auch die *Intima* und *Adventitia*, und zwar die letzteren längsfaserige Muskellagen darbieten, deren Elemente im fünften und sechsten Monate dieselbe grossartige Entwicklung zeigen, wie die des *Uterus* selbst. Der Muskulatur entbehren 1. die Venen des mütterlichen Theiles der *Placenta*, in deren Wandungen ausserhalb des Endothels grosse längliche Zellen und Fasern vorkommen. 2. Die meisten Venen der Gehirnsubstanz und *Pia mater*. Dieselben bestehen aus einem rundlichen Endothel in einfacher Lage, einer dünnen Längsschicht von Bindegewebe mit einzelnen als Vertreterin der *Media* und einer bei den kleineren Gefässen mehr gleichartigen, bei den grösseren fibrillären und kernhaltigen *Adventitia*. Nur seltener zeigt sich nach *Koelliker* bei den grössten dieser Venen eine schwache Andeutung von Muskeln in der *Media*, so wie die Fig. 1281 es darstellt. Auch *Triepel* findet einzelne Muskelzellen in den grösseren Gehirnvenen. 3. Die Venen der *Retina*. 4. Die Blutleiter der *Dura mater* und die *Breschet*'schen Knochenvenen, die nach aussen von einem Endothel eine Lage von Bindegewebe zum Theil mit feinen elastischen Fasern besitzen, welches unmittelbar in dasjenige der harten Hirnhaut und des inneren Periostes übergeht. 5. Die Venen am Nagelbette, die wie im derben Bindegewebe ausgegrabene klaffende, von Endothel ausgekleidete Röhren sich darstellen. (Vergl. I. Bd. Figg. 154—157, S. 207—209). Dass diesen Venen die Muskeln fehlen,

Fig. 1294. Querschnitt durch einen Ast der *Vena suprarenalis*. *Zenker*, Hämatox., Eosin. Vergr. 140. *A* Innere Schicht der *T. externa* (*Adventitia*) mit zahlreichen Längsbündeln von Muskelfasern, zwischen welchen viel Bindegewebe und in deren Innern viele längslaufende elastische Fasern; *A'* äussere Schicht der *Externa* mit vorwiegend quer verlaufenden Bindegewebsbündeln; *J Intima*; *M Media*, sehr dünn mit spärlichen Ringmuskelzellen (*m*).

hat H. Rabl (in Handb. d. Dermat. v. *Mraček*) nachgewiesen. Diese Venen haben einen Durchmesser bis 0,13 mm und darüber. 6. Die Venen in den Milzbalken, die ähnlich wie die eben genannten, abgesehen vom Endothel, selbständiger Wandungen entbehren, aber in einem Gewebe eingeschlossen sind, das selbst Muskeln führt (s. S. 260). 7. Die Bluträume der Schwellkörper, deren Verhalten auf S. 478 beschrieben ist.

Die Venenklappen, welche nach *v. Bardeleben*'s Untersuchungen an den Venen der Extremitäten stets distal von einem einmündenden Aste sich befinden und stets paarig sind, haben die Form von halbmondförmigen Segeln, deren angewachsener U-förmiger, wulstförmig verdickter Rand mit seiner Konvexität distal vom freien Rande gelegen ist. Die Enden des Wulstes, an welchem das Klappensegel angewachsen ist, reichen proximal etwas über den freien Klappenrand als sogenannte Hörnchen hinaus. Zwischen Klappensegel und Venenwand befindet sich der Klappensinus. Das Klappensegel stellt keine einfache Falte der *Venenintima* dar, sondern ist zwar beiderseits von Endothel überzogen, besitzt aber in der Regel nur auf der, der Venenlichtung zugekehrten Seite eine der elastischen Innenhaut entsprechende elastische Faserschicht, während die dem Klappensinus zugekehrte Seite wesentlich nur aus Bindegewebe mit spärlichen elastischen Fasern besteht. Die Bindegewebsbündel und elastischen Fasern verlaufen vorzüglich in der Richtung des freien Klappenrandes. Die Venenwand im Bereiche des Klappensinus besitzt nach *Epstein* (in *Virchow*'s Arch. 108. Bd.) sowohl in der *Media* als *Intima* fast nur längsgerichtete Muskelbündel, welche besonders reichlich im Klappenwulste und seinen Hörnchen sich vorfinden und nur wenig von diesem aus, in das eigentliche Klappensegel vordringen. Wo die Klappen dicht stehen, kann in Folge dessen die Venenwand fast ausschliesslich Längsmuskeln besitzen. Der Klappenwulst ist reich an Blutkapillaren. An den Klappensinus der *V. femoralis* findet sich proximal vom Klappenwulste, eine etwa 0,1 mm lange muskelfreie Strecke, ein Befund, der, wie *Epstein* hervorhebt, keineswegs für alle Venenklappen gilt. Während die Klappensegel beim Menschen der Muskeln ermangeln, finden sich solche nach *Sappey* (in Traité d'Anat. génér. 1894, S. 239) beim Rinde. Die Muskelfasern sind hier in der Hauptsache dem freien Rande des Segels parallel gerichtet. — Schliesslich sei noch der direkten Anastomosen von Arterien und Venen gedacht, über welche zuerst *Hyrtl*, später *Hoyer* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 13. Bd.) genauere Mittheilungen machten und welche an den Tastpolstern der Finger und Zehen, an der Matrix der Hufe, Nägel und Klauen, an der Haut der Schnabelwurzel der Vögel, am Ohre, an der Schwanz- und Schnauzenspitze von Säugethieren und im kavernösen Gewebe (siehe S. 487) vorkommen.

Histologisch wurden solche Anastomosen in neuester Zeit von *O. Grosser* (in Anat. Hefte 17. Bd. 2. Heft) an der Endphalange des Daumens der Fledermäuse (l. c. S. 173) genauer untersucht. Es ergab sich, dass hier an der Uebergangsstelle eine sphinkterartige Vorrichtung vorhanden ist, welche wesentlich aus gegen die Lichtung vorspringenden Wülsten von glatten Längsmuskeln, die von einer verdickten Ringmuskulatur umgeben sind, gebildet wird. Die Bildungen sind den klappenartigen Vorrichtungen in den Schwellkörperarterien ähnlich, doch fehlt ersteren die *Elastica interna* gänzlich und unmittelbar jenseits des *Sphincter* beginnt die dünne Venenwand. An den Tastpolstern des Menschen

finden sich knäuelartige Bildungen im Corium, innerhalb welcher kleine Arterienästchen direkt in Venen übergehen. Die Uebergangsgefässe zeigen nach *O. Grosser* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 60. Bd.) eine dickere Wandung als die Arterien, von welchen sie abzweigen und besitzen unter dem Endothele wulstartige Verdickungen durch Längsmuskeln, welchen sich aussen eine dichte Lage aus kurzen Zellen anschliesst, die nicht immer vorhanden ist und der dann nach aussen noch eine dünne Lage von Ringmuskelzellen aufgelagert ist. An den Uebergangsgefässen des Nagelbettes ist nur die kurzzellige Lage vorhanden, deren Natur etwas zweifelhaft ist, die aber doch aus — wenn auch ungewöhnlich kurzen — Muskelfasern zu bestehen scheint.

Eigenartige, in gewissem Sinne Klappen vertretende Bildungen finden sich, in Form turbanförmiger Organe, vorzüglich an den kleineren Venen, seltener an Arterien bei Rochen (*Raja*). Sie sind, wie *P. Mayer* (in Mittheil. d. zool. Station Neapel 8. Bd., S. 307) nachweist, wahrhaftige Sphinkteren, welche aus glatten Muskeln bestehen und insbesondere an den, sonst sehr dünnwandigen, Darmvenen in grosser Zahl vorkommen. Mit Unrecht hielt sie *Sappey* für Lymphherzen. — Zu den muskellosen Venen beim Menschen rechnet *Henle* (Gefässlehre S. 317) die tiefen in die *V. cava superior* einmündenden Venen des Stammes, insbesondere die *V. jugularis interna* und *externa*, und die *V. mammaria int.* *Eberth* (in *Stricker*'s Handb.) und *W. Krause* (Allg. Anat. S. 314 u. 315) zählen zu den muskellosen Venen den Brusttheil der *V. cava inferior*, die *V. cava superior* (abgesehen von einzelnen glatten Längsmuskelbündeln in der *Adventitia* nach *W. Krause*), ferner die *Venae anonymae*, *subclaviae*, *jugulares internae* und *externae*. Auch *Koelliker*, dessen Angaben oben mit geringen Aenderungen aus dessen mikroskopischer Anatomie wiederholt sind, fand in den Endstücken der *Cava superior* und *inferior* und *Subclavia* keine Muskeln in der *Media*, sowie keine Muskeln in der *T. externa* der oberen Venen. Diesen Angaben *Koelliker*'s entsprechend ist also ein theilweises Vorkommen von Muskeln in den Hauptästen des oberen Hohlvenengebietes nicht ausgeschlossen. In der That fand *Mehnert* in der *V. jugularis interna* in 6 von 49 Fällen Ringmuskeln in grösserer Ausbreitung, sonst nur zerstreute Bündel, bisweilen auch Längsbündel in der *Adventitia*, ferner in der *Vena subclavia* und *V. cava superior* dünne Ringmuskelzüge in der *Media*. Ich selbst fand in der oberen Hohlvene nahe an ihrer Mündung ebenfalls sehr zerstreute bis 50 μ dicke glatte Muskelbündel in der *Media*. — Ein bemerkenswerther Befund in der *T. externa* der *V. cava superior* nahe ihrer Mündung, sind da und dort vorkommende, platte Nester von blasigen Zellen, welche in Anordnung

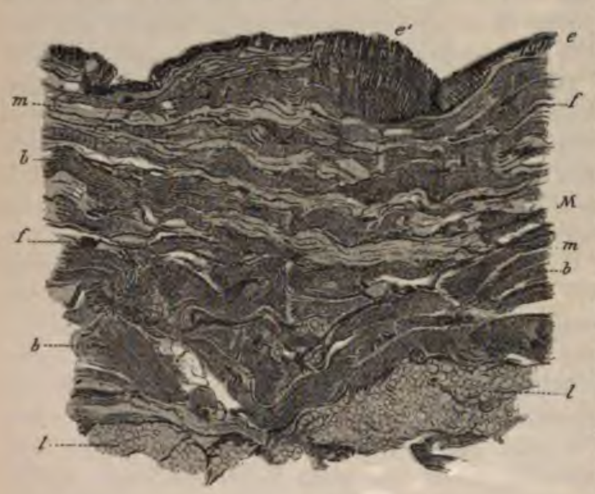


Fig. 1295.

Fig. 1295. Querschnitt durch die innersten Schichten der *V. cava inferior*, Lebergegend. Formalin, Resorcin-Fuchsin, Pikrofuchsin. Vergr. 325. *M Media* mit Ringmuskelbündelchen *m*; *b* Bindegewebsbündel; *e Elastica interna* bei *e'* in die Fläche umgelegt; *f* elastische Fasern (schwarz); *l* innerste Längsmuskelbündel der *T. externa*.

und Aussehen an die Zellen des Knorpels der Achillessehne des Frosches erinnern, doch dadurch eigenthümlich sind, dass sie manchmal ziemlich grobe, in bogenförmigen Zügen das Plasma durchsetzende, in Eosin färbbare Körnchen enthalten.

Eine eingehende Beschreibung des elastischen Gewebes in den Hautvenen der Extremitäten gab *D. della Rovere* (in Anat. Anz. 13. Bd., S. 196), sowie auch Massangaben für die Dicke der einzelnen Häute. — Die kleinen Venen entbehren, wie oben bemerkt wurde, durchaus der Muskeln und zeigen häufig so dünne Wandungen, dass ihr Bau mehr jenem der Kapillaren gleicht. Dies ist am längsten bekannt von den kapillaren Milzvenen, die, wie in § 260 näher dargelegt ist, abgesehen vom Endothel, nur aus einem feinen Häutchen, das durch elastische Ringfäserchen verstärkt wird, besteht.



Fig. 1296.

Die elastische Natur der Ringfäserchen wurde von *v. Schumacher* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 55. Bd.) auch für Thiere bestätigt, während *Hoehl* dieselbe mit Gründen bekämpfte, welche *v. Schumacher* (in Anat. Anz. 18. Bd.) als nicht stichhaltig erwies, *H. Hoyer* (in Anat. Anz. 17. Bd., S. 490) fand zwar die elastischen Fäserchen, leugnet aber die Existenz eines zusammenhängenden Häutchens unter dem Endothel und *R. Thomé* (in Anat. Anz. 19. Bd., S. 271) erklärt die Ringfäserchen als modifizirte Reticulumfasern, eine Ansicht, die auch der neueste, sorgfältige Bearbeiter der Milzhistologie *A. Weidenreich* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 58. Bd., S. 247) theilt. Es sei hier auch nachträglich ein Missverständniss berichtigt, in Folge dessen *Laguesse* auf S. 268 die Meinung zugeschrieben wurde, dass die Endothelzellen der kapillaren Milzvenen ringförmig um die Lichtung laufen, während derselbe (l. c.) die Ringe ganz richtig an den nach aussen vom Endothel liegenden Fäserchen beschrieb. Wie in der Milzpulpa finden sich auch im Knochenmark (siehe I. Bd. S. 310) äusserst dünnwandige Venen, deren Bau jenem von Kapillaren ähnlich ist und das Gleiche ist der Fall an den kleinen Venen

Fig. 1296. Querschnitt durch einen Theil der *V. cava superior*, ca. 1 cm über der Mündung in den Vorhof. 28 jähr. Frau. *Erlicki*'s Flüss., Resorcin-Fuchsin, Pikrofuchsin. Vergr. 55. *A A' Adventitia* mit quergestreiften Muskelbündeln *q*; *J Intima*; *M Media*, links spärliche Ringmuskeln *r* führend; *b* Bindegewebsbündel; *e Elastica interna*; *f* elastische Fasern (schwarz); *g* Blutgefässe; *z* Fettzellen.

vieler Organe (siehe die einzelnen Organe). In neuerer Zeit hat *Ch. Sedgwick Minot* (in Proceed. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. 29, p. 185) eine besondere Art von Gefässen unterschieden, die an gewissen Orten die Kapillaren vertreten sollen und die er Sinusoide (Sinusoids) nennt. Sinusoide findet *S. Minot* in der Vorniere, Urniere, in der Leber, im Herzen, in der Nebenniere, Beischilddrüse und in der Steissdrüse. Auch die Bluträume der mütterlichen Placenta ist *Minot* geneigt hierher zu rechnen.

Ob auch die kavernösen Bluträume der erektilen Organe (siehe S. 478) zu den Sinusoiden zu rechnen seien, lässt derselbe dahingestellt. Doch lässt sich gerade an diesen am Besten eine Vorstellung von dem, was mit Sinusoid gemeint ist, gewinnen, nämlich relativ weite Gefässe vom Bau der Kapillaren, welche sich direkt zwischen Arterien und Venen einschieben ohne Vermittlung von eigentlichen engen drehrunden Kapillarröhren. Derartiges ist nun in der That am Schwellgewebe insoferne der Fall, als ja theilweise die kavernösen Bluträume an der Wurzel der Schwellkörper des Gliedes direkt von Aestchen der Rankenarterien versorgt werden. Analoges gilt auch von den relativ weiten Bluträumen der mütterlichen Placenta. Was aber sonst noch von Sinusoiden aufgezählt wird, sind sehr verschiedenartige Bildungen. Die Sinusoide des Herzens sind überhaupt gar keine Blutgefässe, sondern Lücken und Spalten zwischen den Herztrabekeln, die beim embryonalen Herzen und bei niederen Thieren (Anangische Herzen *Hyrtl*) wie das Lückenwerk eines Badeschwammes sich darstellen, das überall mit der Lichtung der Herzkammer zusammenhängt. Die Sinusoide der Vorniere und der Urniere sind embryonale Gefässe, die eben noch den frühesten Zustand zeigen, in welchem sie ausser dem Endothel keine besondere Wandung besitzen, wie dies ursprünglich auch bei den grössten Gefässen (Aorta u. s. w.) der Fall ist. Die Sinusoide der Nebenniere sind offenbar dünnwandige Venen, wenigstens zum grossen Theile (vergl. S. 398). Für die Sinusoide der Steissdrüse gilt wohl dasselbe und auch für jene der Beischilddrüse müsste erst durch Injektionen erwiesen werden, dass sie nicht ebenfalls präkapillare Venen sind. Was endlich die Leberkapillaren anlangt, so finden sich nur in der embryonalen Leber weite Kapillaren, die man als Sinusoide bezeichnen könnte, während die Kapillaren der ausgebildeten Säugethierleber trotz ihres eigenthümlichen Baues (siehe § 320) diesen Namen nicht verdienen. *Minot* glaubt ferner einen wesentlichen Unterschied zwischen Sinusoiden und Blutkapillaren darin zu finden, dass erstere durch Sprossung aus vorhandenen Gefässen, letztere aus besonderen Bildungszellen, den vasoformativen Zellen, hervorgehen. Das wäre allerdings prinzipiell bedeutungsvoll, allein die Kapillaren entstehen ebenfalls durch Sprossung und die sogenannten vasoformativen Zellen haben, wie in § 320 ausführlicher besprochen werden soll, nichts mit der Bildung, sondern nur mit der Rückbildung von Gefässen zu thun. Somit muss wohl der Begriff Sinusoid als eine besondere Gefässart im Sinne *Minot*'s fallen gelassen werden.

In anderer Weise als *Minot* stellt *A. Weidenreich* (l. c.) besondere Blutgefässe, speziell für die Milz auf, indem er die „kapillaren Milzvenen" als Milzsinus bezeichnet und denselben eine Mittelstellung zwischen Blut- und Lymphgefässen zuweist, da sie ausser arteriellen Kapillaren auch „Lymphröhrchen" aus dem adenoiden Gewebe aufnehmen sollen, durch welche direkt Lymphe in diese Gefässe einströmen kann. Diese Angaben bedürfen wohl ebenso einer weiteren Prüfung, wie die in neuerer Zeit behauptete, und von *Weidenreich* als erwiesen betrachtete direkte Verbindung der Blutgefässe mit den Lymphsinus der sogenannten Hämolymphdrüsen, worüber § 323 nachzusehen ist.

§ 320.

Haarröhrchen, *Vasa capillaria*. Mit Ausnahme der *Placenta uterina* und zum Theil der *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane und der Milz und den oben erwähnten direkten Anastomosen von Arterien und Venen hängen beim Menschen allerwärts Arterien und Venen durch reichliche Netze mikroskopischer feinster Gefässchen zusammen, die man ihrer engen Lichtung wegen mit obenstehendem Namen bezeichnet hat. Dieselben bestehen überall scheinbar

aus einer einzigen gleichartigen Haut mit Zellkernen, und unterscheiden sich mithin sehr wesentlich von den grösseren Gefässen, doch ist der Uebergang nach der einen wie der anderen Seite ein ganz unmerklicher, so dass es auf einem gewissen Punkte des Gefässverlaufes ganz unmöglich ist, die Eigenschaften weder der einen noch der anderen Abtheilung, in welche die Anatomie die Gefässe zu sondern gewohnt ist, wieder zu finden. Solche Gefässe kann man am besten, je nachdem sie nach dieser oder jener Seite zu liegen, als venöse und arterielle Uebergangsgefässe (präkapillare Arterien und Venen) bezeichnen und ohne weitere Aenderung der gewöhnlichen Eintheilung den Kapillaren anreihen.

Die eigentlichen Kapillaren anlangend, so glaubte man früher allgemein, dass dieselben aus einem zusammenhängenden gleichartigen Häutchen mit in der Dicke desselben befindlichen länglichrunden Kernen bestehen, und in der That erscheinen auch diese Gefässe ohne Zusätze und nach Anwendung der gewöhnlichen Reagentien nicht anders als in dieser Weise (Fig. 1297), es ergab sich aber in Folge einer wichtigen Entdeckung von *Hoyer sen.*, die sofort durch die ausführlicheren Untersuchungen von *Auerbach*, *Eberth* und *Aeby* bestätigt und erweitert wurde, dass die ältere Auffassung der Haarröhrchen im Allgemeinen eine irrthümliche war, vielmehr diese Gefässe ganz und gar aus einer endothelartigen dünnen Haut bestehen. Behandelt man nämlich Kapillaren mit dünnen Höllensteinlösungen von $^1/_4$—$^1/_2$ %, welche man am besten mit Leim gemengt in sie einspritzt, so erscheinen, wie dies von den feinsten Lymphräumen schon früher durch *v. Recklinghausen* nachgewiesen worden war, in der Wand derselben durch Silberniederschläge bezeichnete Zellenumrisse, zu denen je ein Kern der Kapillarwand gehört. Diese Zellen der Kapillarwand lassen sich auch durch Maceration in kaustischem Kali für sich darstellen (*Aeby*, *Eberth*) und setzen sich, wie an mit Silbersalz injizirten Gefässen leicht zu sehen ist, unmittelbar in die sogenannten Endothelien der Arterien und Venen fort. Diesem zufolge gehört die Wand der Kapillaren in dieselbe Kategorie der Endothelien wie die innerste Membran der grösseren Gefässe, und erscheint die typische Kapillarröhre als ein Inter-



Fig. 1297.

Fig. 1297. Feinste Gefässe von der arteriellen Seite aus. 1. Kleinste Arterie. 2. Uebergangsgefäss. 3. Gröbere Kapillaren. 4. Feinere Kapillaren. *a* Gleichartiges Häutchen mit noch einigen Kernen, Vertreter der *Adventitia*; *b* Kerne mit muskulösen Faserzellen; *c* Kerne in der kleinen Arterie, vielleicht schon einem Endothel angehörig; *d* Kerne der Kapillaren der Uebergangsgefässe. Aus dem Gehirn des Menschen. Vergr. 300.

cellularraum und nicht als eine intracelluläre Höhlung, wie man vor dem Jahre 1864 allgemein glaubte.

Was die Formen der Zellen anlangt, so ergeben sich dieselben als meist spindelförmige, stets abgeplattete Bildungen, deren Begrenzungen bald ziemlich gerade, bald mehr wellenförmig oder zackig, ja selbst so unregelmässig sind, dass eine genauere Beschreibung ganz unmöglich ist. In den feinsten Haarröhrchen von 4,5—6—7 μ umgeben die einfach spindelförmigen, schmalen und oft recht langen Zellen, nach Art einer doppelt zugespitzten Stahlfeder tütenförmig eingerollt, nur je zu zweien und so, dass sie alterniren, die Lichtung; in den weiteren Gefässchen dieser Art dagegen, deren Durchmesser 8—13 μ beträgt, stehen die Zellen zu 3 und selbst 4 um das Lumen herum, sind kürzer und breiter und können selbst gewöhnlichen Pflasterepithelien gleichen, wie *Eberth* dies im Fächer des Vogelauges und an anderen Orten gesehen hat, in der Regel sind jedoch kürzere und breitere Zellen gerade am unregelmässigsten begrenzt und am meisten gezackt, wie dies z. B. bei den Kapillaren der Lunge der Fall ist.

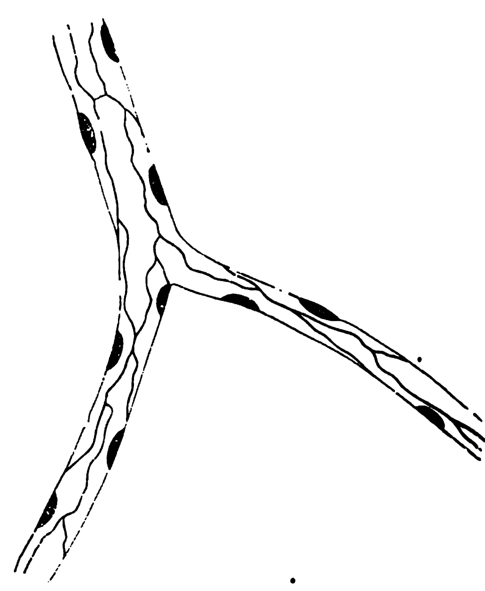


Fig. 1298.

Wie *S. Stricker* zuerst bemerkte und *A. Golubew* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 5. Bd.) genauer verfolgte, reagirt die lebende Kapillarwand, wie insbesondere an den Nickhautkapillaren des Frosches zu beobachten ist, auf Induktionsschläge in eigenthümlicher Weise. Die Endothelzellen verdicken sich in der Gegend des Kernes beträchtlich, wobei die Lichtung des Rohres nahezu verschwinden kann. Wenn auch diese Formveränderung, welche nach der Reizung nur sehr langsam und oft unvollkommen zurückgeht, nicht mit einer Muskelkontraktion zu vergleichen ist, so ist sie doch sicherlich eine auffällige Reizwirkung, die nur unter der Annahme, dass die Kapillarwand aus lebendem Protoplasma bestehe (*Stricker* in Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien 52. u. 74. Bd.), begreiflich erscheint und die nicht daran zweifeln lässt, dass die lebende Endothelzelle keineswegs die Rolle einer todten Membran beim Blutkreislaufe spielt. — Dass übrigens bei den Endothelzellen der kapillaren Milzvenen eine Kontraktilität nach Art von glatten Muskelzellen wahrscheinlich ist, wurde bereits auf S. 268 auseinandergesetzt. — Die Kapillarwand ist befähigt

Fig. 1298. Kapillaren aus dem Schwanze einer älteren Froschlarve, deren Zellen, in denen die Kerne fast überall sichtbar sind, durch Höllenstein dargestellt wurden. Vergr. 350.

ausser flüssigen Bestandtheilen des Blutes auch körperliche Elemente desselben unter Umständen nach aussen durchtreten zu lassen und zwar sowohl rothe Blutzellen (durch *Diapedesis*) als Leukocyten in Form von Wanderzellen, sowie Körnchen, welche in den Blutkreislauf künstlich eingeführt werden (Zinnober u. s. w.). Präformirte Oeffnungen in Form sogenannter *Stomata* besitzen die Kapillaren nicht und was man dafür erklärte, sind wie *Renaut* mit Recht hervorhebt, Trugbilder, welche zumeist auf zufälligen Verunreinigungen der Gefässwand während der Einwirkung des Silbers zurückzuführen sind. Der Durchtritt körperlicher Elemente erfolgt, wie man auf Grund der Untersuchungen von *J. Arnold* annehmen muss, in der Regel zwischen den Endothelzellen, wobei sich die Lücken, die neben den Intercellularbrücken vorhanden sind, beträchtlich erweitern müssen und man kann sich wohl vorstellen, dass lebende Zellen und todte Körnchen (Zinnober, Tusche u. s. w.) dadurch austreten können, dass die lebenden Endothelzellen sich aktiv betheiligen.

Ausser den typischen Kapillaren, welche eine deutliche Zusammensetzung aus Endothelzellen erkennen lassen, giebt es aber, wie zuerst *Eberth* sah, andere, an welchen weder mit Silbernitrat, noch durch Isolationsversuche deutlich getrennte Endothelzellen nachgewiesen werden können. Es sind dies die Kapillaren der Leber bei Säugethieren und bei Amphibien, der *Choriocapillaris* bei ersteren, der *Membrana hyaloidea* des Frosches, ferner die Kapillaren der Darmzotten der Ratte (*Ranvier*) und die in ihrem Baue Kapillaren ähnlichen Gefässe der Gefässknäuel der Niere, endlich junge, eben in Bildung begriffene Kapillaren, wie insbesondere am Schwanze der Froschlarven zuerst von *Eberth* gezeigt wurde und wie auch an neugebildeten Kapillaren von Säugethieren festgestellt werden kann. In den genannten Kapillaren erhält man bei Silberinjektionen stets nur eine diffuse Braunfärbung, obwohl die Kapillarwand Zellkerne erkennen lässt, welche in ähnlicher Anordnung sich befinden, wie in typischen Kapillaren. Man muss wohl annehmen, dass es sich in diesen Fällen um ein *Syncytium*, um ein Protoplasmarohr (*Stricker*) handle, in welchem es nicht zur Sonderung einzelner Zellen gekommen ist. Da das Fehlen von Zellgrenzen für eben in Bildung begriffene Kapillaren (siehe S. 671) so weit bekannt, ausnahmslose Regel ist, so ist dieser Zustand an ausgebildeten Kapillaren in gewissem Sinne als ein Stehenbleiben auf embryonaler Stufe zu betrachten. Doch folgt aus dieser entwicklungsgeschichtlichen Erklärung solcher abweichend gebauter Endothelröhren noch keineswegs, dass dieselben untereinander übereinstimmen. Es ist im Gegentheile sicher, dass auch Endothelröhren dieser Art in verschiedenen Gefässgebieten noch wesentlich verschieden sein können. So nehmen nach den neueren Untersuchungen von *C. v. Kupffer* (in Arch. f. mikr. Anat. 54. Bd., S. 254) die Endothelbelege der Leberkapillaren eine ganz eigenthümliche Stellung ein, indem sie in Form von wahrscheinlich netzartig zusammenhängenden, sternförmig erscheinenden Zellen (*v. Kupffer*'sche Sternzellen) bald mehr in die Kappillarlichtung, bald mehr zwischen die benachbarten Leberzellen vorragen und wie Experimente sowie pathologische Erfahrungen lehrten — in sehr hohem Grade die Eigenschaft besitzen, Fremdkörper und auch rothe Blutkörperchen in sich aufzunehmen (*Phagocytose*), ein Umstand, der nach *v. Kupffer* wohl öfter Veranlassung gab dieselben mit Leukocyten zu verwechseln. Nach *Browicz* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 55. Bd.

S. 420) bilden die „intravaskulären Zellen", wie dieser Autor die *v. Kupffer*'schen Sternzellen nennt, kein *Syncytium* und sind überhaupt kein integrirender Bestandtheil der Kapillarwand, insofern sie von dieser sich ablösen und stellenweise ganz fehlen können. — An dem Endothele der Blutkapillaren des Knochenmarkes beobachtete *G. Cousin* phagocytäre Eigenschaften. — Ganz anders als das Endothel der Leberkapillaren ist das ebenfalls ein *Syncytium* darstellende Endothel der Gefässknäuel der Niere beschaffen, das nach den Untersuchungen von *Drasch* (siehe S. 364 u. 367) an den grossen Knäueln aus einer porösen, kernlosen, gleichmässigen Protoplasmaröhre besteht, welcher Kerne nur aussen anliegen. Aus den Kapillaren der *Hyaloidea* des Frosches konnte *S. Mayer*, obwohl mit Silber sich keine Zellgrenzen darstellen lassen, doch Zellen isoliren (in Sitzb. d. k. Akad. in Wien, 93. Bd. S. 45). Eigenthümlich dicke und zahlreiche Endothelzellen finden sich in den Kapillaren und Venen der Lymphknötchen (siehe § 324). Wenn die Histologie erwiesen hat, dass funktionell verschiedenen Muskeln und Drüsen auch ein wesentlich verschiedener Bau der Muskelzellen und Drüsenzellen zukommt, so scheint der Schluss gerechtfertigt, dass die Verschiedenheiten im Baue der Endothelien der Kapillarwandungen auch mit funktionellen Verschiedenheiten der betreffenden Kapillargebiete in Beziehung stehen, wenn wir auch im Einzelnen nicht anzugeben vermögen, worin dieselben bestehen. *S. Mayer* (in Anat. Anz. 16. Bd. S. 180) hat theils auf Grund eigener Befunde, theils aus der Litteratur eine Reihe von Thatsachen zusammengestellt, welche über Eigenthümlichkeiten verschiedener Kapillargebiete bekannt sind. Dass die Kapillarendothelien nach Art von Drüsenzellen (sekretorisch) wirken, wie man seit den bahnbrechenden Untersuchungen von *R. Heidenhain* (in *Pflüger*'s Arch. 49. Bd. S. 209) über Lymphbildung glauben könnte, hat sich durch histologische Befunde bisher nicht begründen lassen.

Wie weit den Kapillarröhren ausser dem Endothele noch andere Wandbestandtheile zukommen, ist eine nur für einzelne Fälle zu beantwortende Frage. Im Allgemeinen lassen sich Kapillargefässe, die im Bindegewebe liegen, nicht isoliren und es ist wahrscheinlich, dass die Endothelzellen nach aussen direkt an die Grundsubstanz des Bindegewebes sich anschmiegen. In Fällen aber, wo die Endothelzellen kein völlig geschlossenes Rohr darstellen, wie in den Leberkapillaren, muss wohl ein zusammenhängendes Häutchen nach aussen von dem protoplasmatischen Theile der Endothelzellen angenommen werden. Dasselbe ist der Fall bei den Kapillaren des Centralnervensystemes und der *Retina*, die sich leicht isoliren lassen (Fig. 1297). Am Uebergange in die Arterien und Venen lässt sich ganz allmählich verfolgen, wie nach aussen vom Endothel ein deutliches Häutchen auftritt, das *Koelliker* (Fig. 1297 aus V. Aufl.) als die erste Spur der elastischen *Intima* ansieht, die am einfachsten als Zellenausscheidung nach Art der *Membrana propria* der Harnkanälchen z. B. aufgefasst werde. Dass den Kapillaren nach aussen von dem Endothele noch ein strukturloses Häutchen zukommt, hielten *His* und *Chrzonsczewski* schon zur Zeit der Entdeckung des Kapillarendothels für wahrscheinlich und *His* glaubte schon damals sternförmige Zellen im Innern von Kapillarröhren gesehen zu haben. *Ranvier* (in Journ. de Micrographie T. 16. p. 139) hat der Vorstellung Ausdruck gegeben, dass das Endothel sowohl an seiner Innen- als an seiner Aussenseite von homogenen dünnen Plättchen bedeckt und zwischen diesen Plättchen

das Protoplasma der Endothelzellen in Form eines syncytialen Netzwerkes vorhanden sei.

An manchen Kapillargefässen wird das eigentliche Gefässrohr noch von einer zelligen Scheide umhüllt, welche man bald als *Adventitia capillaris*, bald als Gefässperithel (*Auerbach*, *Eberth*) bezeichnet hat. Am häufigsten untersucht sind die zelligen Scheiden an den Kapillaren der *M. hyaloidea* des Frosches, welche aus ästigen nach *Rouget* und *S. Mayer* kontraktilen Zellen bestehen, deren Ausläufer theilweise querverlaufen und welche einer feinen Membran eingelagert erscheinen. Die Mehrzahl der Autoren betrachtet die ästigen Zellen jedoch als Bindegewebselemente. — Bezüglich der Litteratur dieses Gegenstandes sei auf *S. Mayer* (in Lotos N. F. 14. Bd. 1894) verwiesen. Scheiden von eigenthümlichen Zellen finden sich ferner in den Kapillaren der Carotidenknötchens (siehe S. 341), des Steissknötchens (siehe S. 670), und in den Kapillaren des Hodens da und dort in Form von umhüllenden interstitiellen Zellen. Oefter behauptet wurde auch die Anwesenheit einer kernhaltigen Membran an den Kapillaren des Centralnervensystemes einschliesslich der *Retina*. Doch erscheinen die isolirten Haarröhrchen von einem glatten Contour nach aussen begrenzt und zeigen nur eine einfache Lage von Kernen, welche den Endothelzellen angehören. An Schnitten findet man die Kapillaren direkt von Gliafäserchen umgeben, welche radiär zur Rohrachse verlaufend einen perivaskulären Raum (Lymphraum *His*) durchsetzen und mit ihren Enden einfach an das Kapillarrohr sich ansetzen. Nur grösseren Gefässen bis zu den Präkapillaren des Centralnervensystemes kommt eine wirkliche, nach der Methode von *Van Gieson* färbbare, bindegewebige *Adventitia* zu, wie zuerst *Bruch* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 2. Bd. S. 270) und *Koelliker* (in mikr. Anat. II. 1. S. 500 und 2. 513) beschrieben (siehe 2. Bd., S. 836). Eine *Adventitia capillaris* ist ferner im adenoiden Gewebe bekannt (*Henle* in Jahresb. 1859, S. 84), wobei es sich um Bälkchen des *Reticulum* handelt, welche sich da und dort an die Gefässwand ansetzen. *His* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. S. 336) betrachtet das Vorkommen einer bindegewebigen Hülle um die Haarröhrchen als eine allgemeine Erscheinung, was indessen wohl nicht aufrecht zu erhalten ist.

Durch die Vereinigung der Kapillaren entstehen die Kapillarnetze, *Retia capillaria*, welche bei den einzelnen Organen und Geweben schon ihre ausführliche Würdigung fanden und daher hier nur im Allgemeinen kurz besprochen werden sollen. Die Formen derselben, die trotz nicht unbedeutender Schwankungen bei den verschiedenen Organen bestimmte und je nach der Aehnlichkeit und Verschiedenheit derselben mehr oder weniger eigenthümliche sind, hängen theils von der Lagerung der Elementartheile ab, theils richten sie sich nach der Lebhaftigkeit der Verrichtungen. Das erste anlangend, so giebt es in vielen Organen Gewebseinheiten, in welche nie Gefässe eindringen, so die quergestreiften Muskelfasern, Bindegewebsbündel, Nervenröhren, Zellen aller Art, Drüsenbläschen, und die mithin je nach ihrer Form den Kapillaren ganz bestimmte Wege vorzeichnen, so dass sie bald mehr in die Länge gezogene Maschen, bald rundliche engere oder weitere Netze darstellen. Nur selten, wie in der Gaumenschleimhaut des Frosches und in der Bindehaut der Lider, zeigen subepitheliale Kapillaren seitliche Ausbuchtungen, welche zu der Annahme von

Blutgefässen in Epithelien Anlass gaben (siehe S. 4 *H. Joseph* l. c.). Bestimmend für die Anordnung der Kapillaren ist die physiologische Leistung, und ergiebt sich als allgemeines Gesetz, dass, je grösser die Thätigkeit eines Organes, beziehe sie sich nun auf Bewegung oder Empfindung, auf Ausscheidung oder Aufsaugung, um so dichter die Kapillarnetze, um so reichlicher die Blutmenge. Am engsten sind die Kapillarnetze in gewissen Organen, die aussondern und aufsaugen, vor allem in den Lungen, der Schilddrüse, der Leber, den Nieren, dann in den Häuten und den Schleimhäuten; viel weiter in den Organen, die nur behufs ihrer Ernährung und zu keinen anderen Zwecken Blut erhalten, wie in den Muskeln, Nerven, Sinnesorganen, serösen Häuten, Sehnen und Knochen; doch findet man auch hier mit der Funktion zusammenhängende Unterschiede, indem z. B. die Muskeln und die graue Nervensubstanz vor den anderen genannten Theilen reichlich versorgt sind und insbesondere die *Choriocapillaris* des Auges sehr engmaschig ist. Die Durchmesser der Kapillaren selbst verhalten sich fast gerade umgekehrt, und sind dieselben am dünnwandigsten und feinsten, von 4,5—6,7 μ, in den Nerven, Muskeln, in der *Retina*, den *Peyer*'schen Follikeln; in der äusseren Haut und den Schleimhäuten betragen sie 6,7 bis 11 μ, in den Drüsen und Knochen endlich 9—13 μ, in den letzteren in der dichten Substanz, jedoch nicht mehr ganz mit dem Baue von Kapillaren, selbst 18—22 μ, Die Physiologie ist noch nicht im Stande, alle diese Unterschiede im Einzelnen zu deuten.

Im Anhange an die Besprechung des Baues der Blutgefässe sei hier noch des an der Steissbeinspitze gelegenen Steissknötchen (*Glomus coccygeum*, Steissdrüse) gedacht, welches aus einem oder mehreren, rundlichen, höchstens 2,5 mm grossen Klümpchen besteht. Die Klümpchen werden hauptsächlich von knäuelartig aufgewundenen Endästchen der *Arteria sacralis media* gebildet, welche ziemlich weit, dickwandig und mit kräftiger Muskulatur versehen sind. Die Arterien zeigen vor dem Uebergange in Kapillaren nicht selten blasige Erweiterungen. Die Kapillaren sind theils im Innern theils an der Oberfläche des Organes netzartig angeordnet und ergiessen sich in Venengeflechte. Die Grundlage der Knötchen ist fibrilläres Bindegewebe, das der elastischen Fasern entbehrt, dagegen Nerven, die wohl grössten Theils Gefässnerven sind, enthält. Die Kapillaren und kleineren Venen besitzen eine *Adventitia* aus epithelartig angeordneten, polygonalen, kleinen Zellen, welche einigermaassen an die Zellballen des Carotidenknötchen (siehe S. 340) erinnern. Das Steissknötchen wurde von *Luschka* (*Virchow*'s Arch. 18. Bd. 1859) entdeckt und anfänglich für eine Lymphdrüse, dann für eine Nervendrüse gehalten; der feinere Bau wurde insbesondere von *W. Krause* (Zeitschr. f. rationelle Med. 10. u. 28. Bd. u. Allg. Anat. 1876 S. 323), *J. Arnold* (*Virchow*'s Arch. 32. u. 34. Bd.) *G. Meyer* (Göttinger Nachr. 1863 und Zeitschr. f. rat. Med. 28. Bd.). *Sertoli* (in *Virchow*'s Arch. 43. Bd.) und *C. Eberth* (in *Stricker*'s Handb.) untersucht.

Die Entdeckung des feineren Baues der Kapillargefässe ist eine der wichtigsten in der Histologie und verdient daher ihre Geschichte wohl überliefert zu werden. *Hoyer* war der erste, der in einer vom 18. Jan. 1865 datirten, jedoch erst im Mai erschienenen Abhandlung (Arch. f. Anat. 1865, S. 244) das durch Silber deutlich gemachte Epithel der Arterien des Frosches bis in die Kapillaren verfolgte. In diesen finde man die feinen *schwarzen*, die Zellengrenzen bezeichnenden Linien nur spärlich, und zwar wohl deshalb.

weil schon eine einzelne Zelle ausreiche, um einen grossen Theil der Gefässwand zu überkleiden. Seiner Ansicht nach liegen die bekannten Kerne der Kapillaren innerhalb dieser die Oberfläche des Gefässes überziehenden Zellen, welche zur Wand des Kapillargefässes in demselben Verhältnisse stehen, wie die Zellen in den *Pacini*'schen Körperchen zu den Kapseln, doch bedürfe diese Hypothese noch der Bestätigung durch überzeugendere Beweise. — Nach *Hoyer* ist zunächst eine kurze Bemerkung von *Klebs* (*Virchow*'s Arch. 1865, S. 172) über die Zellen der Kapillaren zu erwähnen, die er jedoch der Kapillarwand aussen aufliegend nennt, worauf dann gleichzeitig und unabhängig von einander die ausführlicheren Mittheilungen von *Auerbach*, *Eberth* und *Aeby* folgten, denen das Verdienst gebührt, diese Angelegenheit im Wesentlichen zum Austrage gebracht zu haben. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass damit die Lehre vom Baue der Kapillaren schon abgeschlossen war, es ist vielmehr noch heute — wie aus den vorstehenden Mittheilungen sich ergiebt — der feinere Bau der Kapillaren in verschiedenen Gefässgebieten noch wenig aufgeklärt.

Die Länge der die Kapillarwand bildenden Zellen ist ungemein wechselnd und beträgt nach *Eberth* bei gestreckten Zellen von 75—175 μ, bei polygonalen Elementen nur 5—8 μ. — An den Kapillaren des Mundes und Schlundes des Frosches bis gegen den Mageneingang fand *C. Langer* sonderbare Divertikel in grosser Zahl, welche Gefässschlingen vertreten, die leicht zu bestätigen sind und die von früheren nur *Beale* ohne weitere Schilderung abgebildet hat (Phil. Trans. 1863 Vol. 153, Pl. 40, Fig. 47). Ueber die neuere Litteratur dieses Gegenstandes vergleiche man insbesondere *H. Joseph* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 52. Bd., S. 167).

Ausser den feinsten Kapillaren, welche jedoch immer noch Blutzellen, die bekanntlich sehr dehnbar sind, durchlassen, haben ältere Forscher noch feinere Gefässchen angenommen, sogenannte *Vasa serosa*, welche kein rothes Blut mehr, nur das Plasma desselben durchlassen, eine Annahme, welche von den meisten neueren Forschern verlassen worden ist. Nur *Hyrtl* glaubte noch solche Gefässe in der *Cornea* annehmen zu müssen, weil die Gefässe am Rande derselben, ohne in Venen überzugehen, dem Blicke sich entziehen und zu eng sind (beim Menschen eingespritzt von 2 μ), um noch Blutkörperchen zu führen. Er glaubte, dass dieselben noch weiter in *Vasa serosa* sich fortsetzen und vielleicht mit den noch nicht dargestellten Lymphgefässen zusammenhängen. Hiergegen bemerkten *Brücke* und *Gerlach*, dass die Hornhautgefässe mit wirklichen Schlingen enden, wonach *Hyrtl*'s Angaben als auf unvollständigen Einspritzungen beruhend erscheinen. *Koelliker* konnte jedoch sehen (5. Aufl. S. 598), dass etwas den „*Vasa serosa*" Entsprechendes in der Hornhaut wirklich vorkommt, indem er beim Hunde von den hier, wie überall am Rande derselben befindlichen, Blutkörperchen führenden Endschlingen aus feine und feinste Fäden noch weiter ins Innere sich fortsetzen sah, die netzförmig untereinander zusammenhingen und an den Vereinigungsstellen meist etwas verbreitert waren. Ob diese Fäden eine Höhlung und einen Inhalt besassen und mit den Höhlen der wirklichen Kapillaren zusammenhingen, war nicht zu entscheiden, und wollte er sie daher doch nicht mit Bestimmtheit für offene Theile des Gefässsystems erklären, dagegen stand er nicht im Geringsten an, sie dennoch demselben beizuzählen, indem er kaum eine andere Deutung für möglich hielt, als sie von dem beim Neugeborenen fast die ganze *Cornea* bedeckenden Gefässnetze abzuleiten und für allenfalls unwegsam gewordene Kapillaren zu erklären. Von den sogenannten Saftkanälchen, welche in gewissem Sinne an die *Vasa serosa* der älteren Anatomen erinnern, soll erst in § 322 die Rede sein.

Die Entwicklung der Kapillargefässe nimmt, soweit unzeifelhafte Beobachtungen reichen, stets ihren Ausgang von schon vorhandenen Gefässen. Die allererste Entwicklung der Blutgefässe (primäre Gefässentwicklung), eines der dunkelsten Kapitel der Entwicklungsgeschichte, soll hier nicht besprochen werden und muss in dieser Beziehung auf die Handbücher der Entwicklungsgeschichte verwiesen werden. Es wurde bereits erwähnt, dass alle Gefässe ursprünglich Röhren sind, welche aus einer einfachen Lage von Endothelzellen bestehen. Die Neubildung von Gefässen geschieht nun, wie man am Besten an dem Schwanze von Batrachierlarven, dem klassischen Objekte *Schwann*'s, am lebenden Thiere verfolgen kann, in der Weise, dass von bereits bestehenden Kapillaren seitlich meist spitze Sprosse auswachsen, welche, indem sie sich verlängern, von der Lichtung des bestehenden Gefässes her allmählich sich aushöhlen, während die

solide Spitze schliesslich auf einen ihr entgegen wachsenden Spross eines anderen oder desselben Gefässes trifft und mit diesem verschmilzt. Nach erfolgter Verwachsung höhlt sich dann unter Vacuolenbildung (*Rouget*, in Arch. de Physiol. 1873, p. 603) die noch solide Verbindung von beiden Seiten her mehr und mehr aus, bis endlich der Durchbruch erfolgt und nun eine für den Blutstrom durchgängige Kapillarschlinge entstanden ist. Dieser Vorgang lässt sich an einer lebenden Larve Schritt für Schritt verfolgen (*A. Golubew*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 5. Bd., S. 49), wobei allerdings die Bindegewebszellen des Gallertgewebes einigermassen hinderlich sind. Schwieriger ist es, die histogenetische Deutung dieses Vorganges im Einzelnen zu geben. Es kann wohl zunächst kein Zweifel sein, dass die Sprosse von schon vorhandenen Endothelzellen ausgehen. Wie schon *Koelliker* bemerkte (in Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 43. Bd., S. 36) und *Flemming* (in Arch. f. mikr. Anat. 35. Bd., S. 283) ausführlicher darlegte, kann die Sprossbildung sowohl von einer kernhaltigen, als von einer kernlosen Stelle der Wand ausgehen. Die Sprossung muss demgemäss als ein Wachsthumsvorgang des Protoplasma angesehen werden, denn auch in den Fällen, wo der Kern an der Sprossungsstelle liegt, lässt sich zunächst nichts von einer Kerntheilung sehen. Man muss wohl die primären Sprosse als sich aushöhlende Protoplasmaknospen einer Endothelzelle ansehen. Erst sekundär erfolgt dann eine Mitose in der Zelle des Muttergefässes und der eine Tochterkern tritt nachträglich und nachdem er bereits wieder zu einem ruhenden Kerne geworden, in den Gefässspross, der unterdessen weiter gewachsen ist, ohne dass eine Zelltheilung erfolgt, da man, wie bereits erwähnt wurde, in jungen, eben sich bildenden Kapillaren keine Zellgrenzen nachweisen kann. Solche Fälle, dass Mitosen längst abgelaufen sind, ehe eine Zelltheilung erfolgt, sind wohl im Ganzen selten, doch ist Aehnliches von Infusorien und Rhizopoden und bei der sogenannten freien Zellenbildung bei Pflanzen bekannt. Der in den Kapillarspross eingewanderte Kern theilt sich dann mitotisch weiter, nachdem die stets kernlose Spitze des Sprosses unterdessen erheblich fortgewachsen ist. Auf diese Weise erhält das als hohle Protoplasmaröhre auswachsende Kapillarrohr mehr und mehr Kerne, während die Zelltheilung erst spät und in manchen Kapillargebieten (siehe oben) überhaupt gar nicht erfolgt. Ausser dieser sicher gestellten Art von Gefässneubildung wurden in älterer und neuerer Zeit noch ganz andere Gefässbildungsvorgänge beschrieben. *Schwann*



Fig. 1299.



Fig. 1300.

Fig. 1299. Sprossende Blutkapillare in einem Kiemenblättchen einer ca. 3 cm langen Salamanderlarve. *Flemming*'s Gem., Saffranin. Vergr. 325. *b* Blutkörperchen in der wegsamen Kapillare; *K* Kern der Kapillarwand von der Fläche, *K'* im Profil; *s* auswachsender Spross.

Fig. 1300. Mitosen wegsamer Blutkapillaren von Tritonlarven. Vergr. ca. 350. *Nach Koelliker.* *a* Ruhender Kern im Profil; *b* feinfadiger Knäuel; *c* Diaster; *d d* rothe Blutkörperchen in der Lichtung.

nahm an, dass Kapillarnetze durch Verwachsen von sternförmigen Zellen, die hohl werden, entstehen können, und noch in der 5. Aufl. des Handbuchs vertrat *Koelliker* die, von ihm später (1886) auf Grund neuer Untersuchungen verlassene Ansicht, dass ausser den, von schon vorhandenen Gefässen auswachsenden Sprossen auch spindelförmige, frei im Gewebe liegende Zellen, welche mit den Gefässsprossen verwachsen, an der Bildung der Kapillargefässe sich betheiligen. Diese verlassene Vorstellung hat in etwas anderer Form durch *Ranvier* (in Arch. de physiol. 1874), welcher seine Beobachtungen wesentlich am grossen Netze junger Kaninchen anstellte, eine Erneuerung erlebt, die heute noch besonders in Frankreich und England vielseitige Zustimmung findet. Nach *Ranvier* sollen sich im grossen Netze junger Kaninchen, besonders an gewissen milchig erscheinenden Stellen (*Taches laiteuses*), eigenthümliche, spindelförmige oder ästige und anastomosirende, stark lichtbrechende Zellen bilden, welche in ihrem Innern kernlose rothe Blutkörperchen und mehrere nach der Längsachse orientirte Kerne enthalten und die er gefässbildende Zellen (*Cellules vasoformatives*) nennt. Die Zellen sollen mit ihren Spitzen auswachsend mit anderen ähnlichen verschmelzen und so gefässbildende Netze herstellen, die sich schliesslich mit bereits wegsamen Gefässen in Verbindung setzen. Der Umstand, dass in den Zellen direkt kernlose rothe Blutscheiben entstehen sollen, muss den Verdacht dringend nahe legen, dass es sich nicht um Neubildung, sondern um Abschnürung und Verödung früher wegsamer Gefässe handle. *Ranvier* sucht aber diesen Verdacht damit zu beseitigen, dass bei fortschreitendem Wachsthum der Thiere die progressive Umwandlung der vasoformativen Netze in Gefässe verfolgt werden könne. Dass hier ein Irrthum vorliege, wurde zuerst von *G.* und *F. Hoggan*, von *S. Mayer* (in Prager med. Wochenschr. 1882) und *E. Neumann* (in Arch. f. klin. Medizin 1882), später von *A. Spuler* (in Arch. f. mikr. Anat. 40. Bd.) hervorgehoben und in neuerer Zeit eingehend von *Vosmaer* (in Verslag etc. d. konink. Akad. van Wetensch. te Amsterdam 1897) nachgewiesen, der die Rückbildung der Gefässe im Netze von Kaninchen von 1—8 Tagen Schritt für Schritt verfolgte und die Umbildung derselben in sogenannte vasoformative Zellen bestimmt erkennen konnte. Wie im Netze kommen an vielen anderen Orten sogenannte vasoformative Zellen vor. *Schäfer* (in Monthly micr. Journ. 1874, p. 261) beschrieb sie im Unterhautzellgewebe junger Ratten und seitdem haben bis in die neueste Zeit viele Forscher (*Wissozky, Hayem, Nicolaides, François, Renaut, Minot* u. A.) vasoformative Zellen im Sinne *Ranvier's* beschrieben. Den vasoformativen Zellen entsprechende Rückbildungsstadien von Gefässen lassen sich sehr schön am Dottersacke von älteren Forellenembryonen, wie mir Prof *Schaffer* zeigte, beobachten. Genauere Mittheilungen macht hierüber *v. Schumacher* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 109. Bd., 3. Abth., S. 675), nach dessen Untersuchungen ein Theil der von anderen Autoren als Dotterkerne (Periblastkerne) beschriebenen Bildungen aus Rückbildungen von Gefässen entstehen. Auch im Schwanze älterer Froschlarven kommt es stellenweise zur Verödung von Gefässen, wobei den vasoformativen Zellen ähnliche Bilder mit Blutkörperchen im Innern auftreten, die schon von *S. Stricker* (in Wiener Sitzber. 52. Bd. 1866) und später von *Leboucq* (1876) als blut- und gefässbildende Zellen gedeutet wurden.

Ausser einfachen, kernlosen, spitzen Gefässsprossen kommen ausnahmsweise bei der Gefässentwicklung auch kernreiche, dicke Gefässsprosse vor. Normaler Weise findet sich ein Zusammenhang von Kapillaren mit vielkernigen Zellen bei der Knochenresorption. Wie in neuerer Zeit *J. Schaffer* bestimmt nachwies, kann man in vielen Fällen den unzweifelhaften Uebergang von Kapillaren in Ostoklasten (siehe I. Bd. S. 347) erkennen. Es scheint, dass die Ostoklasten nicht, wie *Koelliker* annimmt, aus Osteoblasten sich bilden, sondern direkt aus der Wand von Blutkapillaren hervorgehende Resorptionsorgane sind, die durch ein besonderes Wachsthum des Protoplasma und starke Vermehrung der Kerne der Kapillarwand eines Sprosses sich bilden und schliesslich durch Abschnürung selbständige Organe werden. Dass bei der Neubildung von Blutkapillaren im Knochenmarke vielkernige Protoplasmakörper auftreten, beschrieb zuerst *Levschin* (1872). Da man im Innern von Ostoklasten bisweilen noch deutliche fertige rothe Blutscheiben sieht, so zeigen solche Ostoklasten eine gewisse Verwandtschaft zu den sogenannten vasoformativen Zellen, insoferne beide als aus dem normalen Kreislaufe sekundär ausgeschaltete Gefässabschnitte sich darstellen. Während jedoch

die sogenannten vasoformativen, besser angiolytischen Zellen in der Regel einfach zu Grunde gehen, ohne weitere funktionelle Bedeutung, handelt es sich, wie es scheint, bei der Ostoklastbildung um die Neubildung von Resorptionsorganen durch Blutgefässsprosse. — Wenn nun nach dem Vorstehenden die Entstehung blutkörperchenhaltiger, vielkerniger Zellen durch Rückbildungen von Blutgefässen nicht zu bezweifeln ist, so ist doch auch daran zu erinnern, dass grosse, Blutkörperchen enthaltende Riesenzellen auch durch Phagocytose aus Leukocyten (siehe Milz S. 273) und aus Gewebezellen (Endothelzellen der Lymphknoten § 324) hervorgehen können.

Litteratur.

Blutgefässe. *F. Räuschel*, De arteriar. et venar. struct. Vratisl. 1836, Diss.; *Koelliker*, in Mitth. d. Zürch. naturf. Ges. 1847; in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I; in Annal. des sc. nat. 1846; *C. Donders* und *H. Jansen*, in Arch. f. phys. Heilk. Bd. VII, S. 361, auch in Nederl. Lanc. I. p. 473; *R. Remak*, in *Müller*'s Arch. 1850; *J. M. Schrant*, in Tijdschr. d. Maatsch. tot bevord. d. geneesk. 1850, p. 2; *M. Schultze*, De arteriarum structura. Gryph. 1850; *Q. Aubert*, De prima Syst. vas. genesi. Vratisl. 1855, Diss.; *J. Meyer*, in Annal. de Charité, IV, p. 41; *H. Welcker*, in Würzb. Verh. Bd. VI, S. 274; *Billroth*, Untersuch. über die Entwicklung der Blutgefässe, Berlin 1856; *Remak*, in Deutsche Klinik 1856, Nr. 3; *W. Krause*, De vasis sanguif. in cavo cranii, Kiov. 1855, Diss.; *Reichert*, in Studien d. phys. Instit. zu Breslau, Leipzig 1858; *Ch. Robin*, in Journ. de la Phys. II. p. 536; *J. Billeter*, Beitr. zur Lehre v. d. Entstehung d. Gefässe, Zürich 1860, Diss.; *His*, in *Virchow*'s Arch. Bd. XXVIII, S. 427 (Nerven); *Beale*, New observ. upon the struct. and funct. of c. nervous centres. London 1864 (Nerven); *J. C. Lehmann*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XIV, S. 347; *Gimbert*, in Journ. de l'Anat. 1865, Nr. 5 u. 6; *T. Langhans*, in *Virch.* Arch. XXXVI, S. 187; *Auerbach*, in Med. Centralz. 1865, Nr. 10; *Eberth*, in Würzb. Sitzber. Febr. 1865; in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. VI. S. 27 u. 84; *Aeby*, in Med. Centralz. 1865, Nr. 14; *S. Stricker*, in Wien. Bericht. Bd. LI u. LII; Wien. med. Wochenschr. 1865, Nr. 89, 90; *N. Chrzonszczewsky*, in *Virch.* Arch. XXXV, S. 169; *S. Federn*, in Wien. Ber. Bd. LIII; *C. J. Eberth*, Von den Blutgefässen, in *Stricker*'s Handb. S. 191; *A. Golubew*, Beitrag z. Kenntniss des Baues etc. der Kapillargefässe, in Arch. f. mikr. Anat. 5. Bd., S. 49; *V. v. Ebner*, Ueber den Bau der Aortenwand, insbesondere der Muskelhaut derselben, in Unters. aus dem Instit. f. Physiol. u. Histiol. in Graz I, 1870, S. 32; *J. Arnold*, Experim. Untersuch. über die Entwicklung der Blutkapillaren, in *Virchow*'s Arch. 53. Bd., S. 70, 54. Bd., S. 1 u. 408; *L. Levschin*, Ueber die terminalen Blutgefässe in den primitiven Markräumen etc., in Mélanges biologiques T. VIII, p. 307 (1872); *Ch. Rouget*, Mémoire sur le développement, la structure et les propriétés physiol. des capillaires, in Arch. de la Physiol. 1873, p. 603; *J. Tarchanoff*, Beobachtungen über kontraktile Elemente in den Blut- und Lymphkapillaren, in *Pflüger*'s Arch. 9. Bd., S. 407; *L. Ranvier*, Du développement et de l'accroissement des vaisseaux sanguins, in Arch. de la Physiol. 1874, p. 429 (vasoformative Zellen); *M. Bresgen*, Ueber die Muskulatur der grösseren Arterien, insbesondere ihrer *T. adventitia*, in *Virchow*'s Arch. 65. Bd., S. 246; *Köster*, Ueber die Struktur der Gefässwände etc., in Sitzber. d. niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. in Bonn 1875; *N. Th. Wysotzky*, Materialien zur embryonalen Entwicklungsgesch. der Gefässe. Russisch, Referat von *Hoyer* in *Schwalbe*'s Jahresber. 1875, S. 149; *Hoyer*, Ueber die unmittelbare Einmündung von Arterien in Gefässäste von venösem Charakter, in Arch. f. mikrosk. Anat. 13. Bd., S. 603; *H. Leboucq*, Recherches sur le développement des vaisseaux et des globules sanguines etc., Gand, 1876; *E. Ziegler*, Untersuch. über pathol. Bindegewebs- und Gefässneubildung, Würzburg 1876; *N. Wissozky*, Ueber das Eosin als Reagens auf Hämoglobin und die Bildung von Blutgefässen und Blutkörperchen etc., in Arch. f. mikrosk. Anat. 13. Bd., S. 478; *C. v. Bardeleben*, Ueber den Bau der Venenwandung und deren Klappen, in Sitzber. d. Jenaischen Gesellsch. f. Med. u. Naturw. 1877; *Derselbe*, Ueber Venenelasticität, Ebenda; *Derselbe*, Ueber den Bau der Arterienwand, in Sitzber. d. Jenaischen Gesellsch. f. Med. u. Naturw. 1878; *W. Roux*, Ueber die Verzweigung der Blutgefässe, in Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. 12. Bd., S. 205, und wieder abgedruckt in Gesammelte Abhandl. I. Bd.; *L. Stieda*, Ueber quergestreifte Muskelfasern in der Wand der Lungenvenen, in Arch. f. mikrosk.

Anat. 14. Bd., S. 243; *S. Stricker*, Untersuch. über die Kontraktilität der Kapillaren, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 74. Bd., 3. Abth. und Wiener med. Jahrb. 1878; *J. Renaut*, Note sur la forme de l'endothélium des arterioles etc., in Arch. de la physiol. 1881, p. 191; *A. Key-Aberg*, Ueber den Bau der *Tunica intima* der Aortenwand bei dem erwachsenen Menschen, in *G. Retzius*, Biolog. Unters. 1881, S. 27; *S. Mayer*, Studien zur Histologie und Physiologie des Blutgefässsystems, in Prag. med. Wochenschrift 1882; *Retterer* et *Robin*, Sur la distribution des fibres élastiques dans les parois artérielles et veineuses, in Journ. de l'anat. etc. 1884, p. 116; *B. Morpurgo*, Ueber die Entwicklung der Arterienwand, in Sitzber. d. k. Akad. 90. Bd., 3. Abth., 1884; *V. Plotnikow*, Untersuch. über die *Vasa vasorum* Diss. Dorpat, 1884; *C. Bobritzki*, Ueber die Entwicklung der Kapillargefässe, in Med. Centralbl. 1885, S. 769; *S. Mayer*, Ueber die blutleeren Gefässe im Schwanze der Batrachierlarven, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 91. Bd., 3. Abth., S. 204; *A. Koelliker*, Histologische Studien an Batrachierlarven, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 43. Bd., S. 1; *S. Mayer*, Studien zur Histologie und Physiologie des Blutgefässsystems, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 93. Bd., 3. Abth., S. 45; *H. Westphalen*, Histologische Untersuch. über den Bau einiger Arterien, Diss. Dorpat 1886; *L. Vialleton*, Contribution à l'étude de l'endartère, Thèse de Lyon 1886; *R. Thoma*, Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Arterienintima von den Bedingungen des Blutumlaufes, in *Virchow*'s Arch. 93., 95., 104., 105. u. 106. Bd.; *S. Epstein*, Ueber die Struktur normaler und ektatischer Venen, in *Virchow*'s Arch. 108. Bd., S. 103; *E. Mehnert*, Ueber die topographische Verbreitung der Angiosklerose nebst Beitrag zur Kenntniss des normalen Baues der Aeste des Aortenbogens und einiger Venenstämme, Diss. Dorpat, 1888; *A. v. Zwingmann*, Das elastische Gewebe der Aortenwand und seine Veränderungen bei Sklerose und Aneurysma, Diss. Dorpat, 1891; *R. Minervini*, Contributo alla Morfologia dell' adattamento funzionale degli organi — Particolarità di struttura delle arterie della cute, in Bollett. d. Soc. di Naturalisti in Napoli 1892, p. 138; *L. Ranvier*, Le système vasculaire, Leçons in Journ. de Microgr. 1892; *T. Schulmann*, Untersuch. über die Struktur des elastischen Gewebes der gesunden und kranken Arterienwand, Diss. Dorpat, 1892; *O. Wägner*, Ueber Lücken und Risse im elastischen Gewebe der Aortenwand, Diss. Dorpat, 1893; *G. Engelmann*, Ueber das Verhalten des Blutgefässendothels bei der Auswanderung der weissen Blutkörper, in *Ziegler*'s Beitr. 13. Bd., S. 64; *N. Grünstein*, Ueber den Bau der grösseren menschlichen Arterien in verschiedenen Altersstufen, in Arch. f. mikr. Anat. 47. Bd., S. 583; *H. Triepel*, Das elastische Gewebe in der Wand der Arterien der Schädelhöhle, in Anat. Hefte 7. Bd. 1896, S. 189; *D. Della Rovere*, Sulle fibre elastiche delle vene superficiali degli arti, in Anat. Anz. 13. Bd., S. 196; *N. A. Barbieri*, L'innervation des Artères et des Capillaires, in Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1898, p. 583; *G. Cousin*, Notes biologiques sur l'endothélium vasculaire, in C. r. de la Soc. biol. Paris 1898, p. 454; *R. Thoma*, Das elastische Gewebe der Arterienwand und seine Veränderungen bei Sklerose und Aneurysmabildung, in Festschrift d. med. Gesellsch. zu Magdeburg 1898; *H. Triepel*, Die Struktur der Gehirnvenen und die Blutcirkulation in der Schädelhöhle, in Anat. Hefte 11. Bd., S. 287; *R. Heinz*, Ueber Phagocytose der Lebergefässendothelien, in Arch. f. mikrosk. Anat. 58. Bd., S. 576; *B. Henneberg*, Ruhende und thätige Muskelzellen in der Arterienwand, in Anat. Hefte 17. Bd., S. 428.

3. Von den Lymphgefässen, Gewebespalten und Saftkanälchen und den Lymphknoten.

§ 321.

Von den Lymphkapillaren und den grösseren Lymphgefässen.

Die Lymphgefässe stimmen mit Ausnahme ihres Inhaltes so sehr mit den Blutgefässen überein, dass eine kürzere Darstellung des Baues derselben genügt.

Die feinsten Lymphgefässe stellen überall, wo dieselben einer genaueren Untersuchung zugängig gewesen sind, geschlossene, dünnwandige Röhren dar, deren Bau im Wesentlichen derselbe ist, wie derjenige der feinsten Blutgefässe, und die deswegen als Lymphkapillaren, *Capillaria lymphatica*, bezeichnet werden können. Die ersten mit Sicherheit als solche erkannten Gefässe sind die im Jahre 1846 (Annal. des sc. natur.) von *Koelliker* aufgefundenen Lymphgefässe der Schwänze der Batrachierlarven, die als zahlreiche, zierliche Bäumchen von einem oberen und unteren *Vas lymphaticum caudale* aus in den durchsichtigen Säumen der Schwänze sich ausbreiten und mit freien Ausläufern enden. Alle diese Gefässe, auch die Stämme, zeigen nichts als eine einzige, sehr zarte gleichartige Haut mit innen an derselben anliegenden Kernen (Fig. 1301) und unterscheiden sich von den Blutkapillaren der genannten Larven, abgesehen von der Zartheit der Begrenzungshaut, einzig und allein durch die Anwesenheit von vielen, kürzeren und längeren von ihrer Hülle ausgehenden feinen Zacken, die ihnen ein eigenthümlich buchtiges Aussehen geben. Eigenthümlich ist auch der Anfang dieser 4—11 μ breiten Gefässe, indem dieselben nur sehr wenige Anastomosen bilden, vielmehr auch in ganz ausgebildeten Schwänzen fast alle mit zugespitzten feinen Ausläufern beginnen. Diese Gefässe wurden früher von *Koelliker* als durch Verschmelzung von Zellen entstanden angesehen, seit jedoch für die Blutkapillaren und für die feinsten Lymphräume anderer Orte nachgewiesen wurde, dass dieselben Intercellularräume sind und eine aus getrennten Zellen gebildete Wand besitzen, wurde es in hohem Grade wahrscheinlich, dass auch die besagten Lymphgefässe der Froschlarven eine solche Zusammensetzung haben (*His*), und es war zu hoffen, auch hier durch die Anwendung von Höllenstein, ebenso wie bei den Blutkapillaren die Zusammensetzung der Wandung aus selbständigen Zellen nachweisen zu können. *Koelliker's* nach dieser Richtung gemachten Versuche waren jedoch ebensowenig von Erfolg begleitet als die späteren von *v. Recklinghausen* und anderen, was wohl vor allem der Zartheit der fraglichen Gefässe und der Schwierigkeit, ihnen mit Silber beizukommen, zuzuschreiben ist oder vielleicht dem Umstande, dass hier ähnliche Verhältnisse vorliegen wie bei embryonalen Blutkapillaren ehe sie völlig ausgebildet sind (siehe S. 667).



Fig. 1301.

Fig. 1301. Kapillare Lymphgefässe aus dem Schwanze einer Froschlarve. Vergr. 350. *a* Membran derselben; *b* spitze Ausläufer, welche dieselbe bildet; *c* Anhäufung von Fettkörnchen im Protoplasma der Gefässwand; *e* freier Ausläufer eines Astes; *f* Kerne innerhalb der Anhäufungen der Fettkörnchen.

Ausser an dieser Stelle sind nur an wenigen anderen Orten die feinsten Lymphgefässe ohne Anwendung von besonderen Hülfsmitteln zu erkennen gewesen, wie am Hornhautrande von Säugern (*Koelliker*), hie und da in den Darmzotten (*Frey, Koelliker*), im submukösen Gewebe des Darmes (*Auerbach*), in der *Membrana nictitans* des Frosches (*Stricker, Langer*), dagegen hat man dieselben nach und nach an vielen Orten durch Injektionen dargestellt, in welcher Beziehung besonders die Untersuchungen von *Ludwig* und seinen Schülern, von *Frey, His, Teichmann, v. Recklinghausen, Langer, Sappey, Ranvier, Renaut* und anderen als erfolgreich sich erwiesen. Hierbei ergab sich, dass diese Gefässe meist Netze, hie und da mit blinden Ausläufern, bilden, welche im Allgemeinen die Blutgefässe begleiten, jedoch viel zahlreicher sind und viel weiter vordringen, als man früher geahnt hatte, in welcher Beziehung die ausführlichen Angaben bei den einzelnen Organen nachzusehen sind. Als ein allgemeines Gesetz kann hervorgehoben werden, dass die eigentlichen Lymphkapillaren die Blutkapillaren nicht begleiten, sondern zwischen und möglichst entfernt von denselben liegen und in der Haut und in Schleimhäuten stets eine tiefere Lage einnehmen als die oberflächlichsten Blutkapillaren. Die Lymphkapillaren zeigen oft sehr



Fig. 1302.

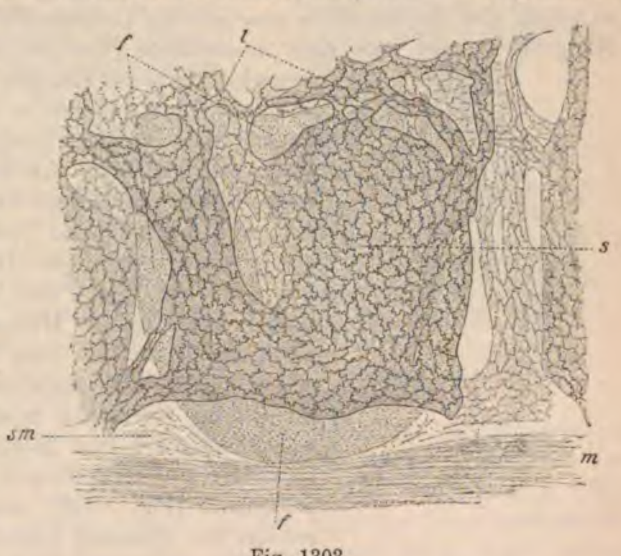


Fig. 1303.

Fig. 1302. Kapillaren und Lymphgefässe (?) am Hornhautrande einer jungen Katze. *aa* Stämme der farblosen Gefässe; *b* blindes, kolbiges Ende eines solchen; *c* spitze Ausläufer; *d* Schlingen derselben; *e* Blutkapillaren. Vergr. 250.

Fig. 1303. Aus einem *Peyer*'schen Haufen des Darmes der Katze. Silberinjektion der Lymphgefässe. Vergr. 85. *f* Follikel; *f'* basale Konvexität desselben; *s* sinusartig erweiterte, *l* röhrenförmige Lymphkapillaren mit Endothelzellen, deren Grenzen schwarz gefärbt sind; *m* Muskelhaut; *sm* Submucosa. Präparat von *Koelliker*.

unregelmässige Formen und sind gewöhnlich, wenn prall gefüllt, viel weiter als Blutkapillaren. Nicht selten treten an Stelle von Lymphkapillaren sack- oder sinusartige Räume, namentlich an peripheren Lymphknoten des Darmes und in drüsigen Organen (Fig. 1303). Dass die sinusartigen Lymphgefässe an den *Peyer*schen Haufen des Kaninchens bei einem Durchmesser von 0,1—0,7 mm ganz den Bau der Lymphkapillaren besitzen, hob *Koelliker* (V. Aufl. 603) bereits hervor und nach *Ranvier* haben alle klappenlosen Lymphgefässe, ob weit oder eng, den Bau von Kapillaren. Bezüglich auf den Bau der Lymphgefässanfänge, die fast überall durch ihre Weite vor den Blutkapillaren sich auszeichnen und dieselben an gewissen Orten selbst um ein Bedeutendes übertreffen, machte sich anfangs im Anschlusse an Schilderungen von *Brücke* und *Ludwig* die Ansicht geltend, dass dieselben nichts als Gewebslücken oder wandungslose Räume im Bindegewebe seien; nachdem dann aber im Jahre 1862 durch *v. Recklinghausen* zuerst mit Hülfe der Versilberung an vielen dieser vermeintlichen Lymphräume ein Endothel nachgewiesen worden war, gelang es leicht, dasselbe an den meisten Stellen aufzudecken, und schreibt sich von dieser Zeit der grosse Umschwung in unserer Erkenntniss vom feineren Baue der Lymphkapillaren und auch der feinsten Blutgefässe her.

Gehen wir zu einer genaueren Beschreibung der Lymphkapillaren über, so zeigen sich bei denselben zwar manche Uebereinstimmungen mit den feinsten Blutgefässen, aber auch nicht unerhebliche Verschiedenheiten. Vor allem ist zu bemerken, dass das Endothel überall viel zarter ist. Während Blutkapillaren in der grossen Mehrzahl der Organe auch im nicht injizirten Zustande zu erkennen sind, sich leicht für sich darstellen lassen und ihre meist doppelt contourirten Wandungen deutlich zeigen, erkennt man die feinsten Lymphkapillaren in der Regel — die oben bezeichneten Ausnahmen abgerechnet — nur wenn sie injizirt sind und ihre Zellenwand nur nach Behandlung mit Höllenstein. Im Uebrigen sind die zelligen Elemente ihrer Wandungen in ihren Gestalten denen der Blutkapillaren sehr ähnlich, nur dass die Umrisse der Zellen weniger zackig und eher von wellenförmigen Linien gebildet sind, und trifft man auch hier zwei Hauptformen, spindelförmige und mehr polygonale (Fig. 1303), von denen die ersteren besonders den schmalen, letztere den weiteren Kapillaren zukommen. Da jedoch die feinsten Kanäle des Lymphsystems in der Regel einen bedeutenden Durchmesser haben und häufig die Form sinusartiger Räume annehmen, so wiegen hier mehr die polygonalen Formen vor. Die bald mehr buchtig-welligen bald mehr geradlinigen Contouren der Endothelzellen hängen wohl wesentlich vom Ausdehnungszustande der Lymphgefässe ab, ähnlich wie dies *Muscatello* (in Anat. Anz.

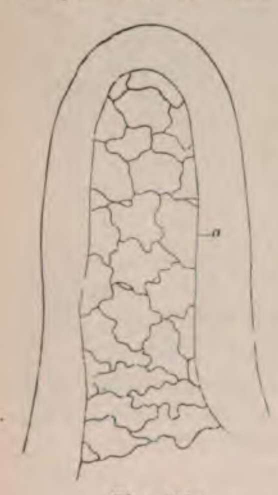


Fig. 1304.

Fig. 1304. Darmzotte aus dem Ileum des Kalbes mit dem durch Höllensteineinspritzung deutlich gemachten Epithel des centralen Chylusgefässes. Im Epithel einige „*Schaltplättchen*", die sicher keine Stigmata sind. Vergr. 300.

10. Bd. S. 173) für das Peritonealepithel gezeigt hat. — Die Grösse der Endothelzellen beträgt in den Lymphkapillaren im Allgemeinen 50—80—100 μ, doch kommen auch grössere und kleinere solche Elemente vor, und was ihre Kerne anlangt, so sind dieselben rundlich oder länglichrund und von 8—12—14 μ gross.

Der Uebergang der Lymphkapillaren in die stärkeren Lymphgefässe ist noch wenig untersucht, doch ist so viel sicher, dass verhältnissmässig weite Lymphkapillaren oft in bedeutend engere Lymphgefässe mit Klappen übergehen. So besitzen im *Mesenterium* von Säugern Gefässe von 30—40 μ schon eine bindegewebige äussere Wand, und bei solchen von 0,2 mm sind schon die Lagen vorhanden, die auch bei mittelstarken Gefässen von 2 bis 3 mm sich fanden. Es besitzen diese Gefässe drei Häute. Die *Intima* besteht aus einem Endothel von verlängerten, jedoch kürzeren Zellen und einer einfachen, selten doppelten elastischen Netzhaut mit Längsrichtung der Fasern, die mit Bezug auf die Stärke ihrer Fasern und die Enge der Maschen mannigfachen Wechseln unterworfen ist, jedoch nie starkfaserig oder zu einer wirklichen elastischen Haut wird (nach *Weyrich* fehlt diese Haut in den Lymphgefässen des *Mesenterium*, wogegen *Koelliker* dieselbe in denen des *Plexus lumbalis* und der Extremitäten immer vorfand). Dann folgt eine stärkere *Media* aus querverlaufenden glatten Mukeln, mit feinen, ebenfalls queren elastischen Fasern, endlich eine *Adventitia* mit längsverlaufendem Bindegewebe, spärlichen Netzen feiner elastischer Fasern und einer grösseren oder geringeren Zahl schief und der Länge nach verlaufender glatter Muskelbündel (Fig. 1306, *l*). Diese letzteren fand *Koelliker* in den Extremitäten noch an Gefässen von 0,2 mm und hält dieselben für ein gutes Merkmal, um Lymphgefässe von kleinen Venen zu unterscheiden (s. Mikr. Anat. II. 1. S. 236).

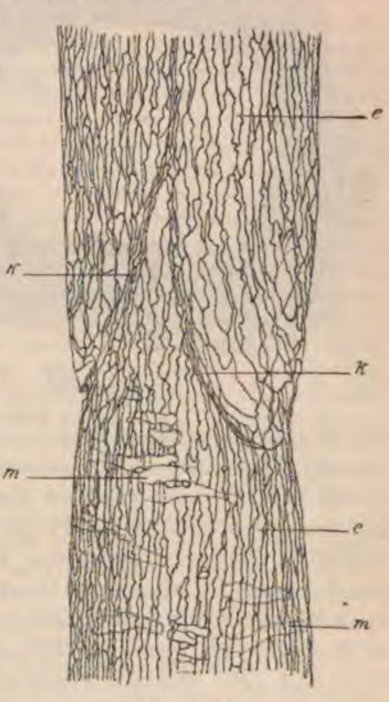


Fig. 1305.

Der *Ductus thoracicus* weicht von den kleineren Lymphgefässen in einigen Beziehungen ab. Auf das gleichbeschaffene Epithel folgen einige streifige Lagen und dann eine elastische Netzhaut mit Längsrichtung der Fasern, doch misst die ganze *Intima* kaum 13—22 μ. Die 56 μ dicke *Media* beginnt mit einer ganz dünnen Lage von längsverlaufendem Bindegewebe mit elastischen Fasern, und besteht im Uebrigen aus einer queren Muskelschicht mit feinen elastischen Fasern. Durch die relativ mächtige Ringmuskelschicht

Fig. 1305. Kleines Lymphgefäss aus dem *Mesenterium* des Kaninchens. Silberimprägnation. Vergr. 140. Die schwarzen Linien entsprechen den Grenzen der Zellen. *e* Endothelzellen (längslaufend); *k* angewachsene Klappenränder; *m* glatte Muskelzellen (querlaufend).

der *Media* unterscheiden sich die stärkeren Lymphgefässe wesentlich von Venen gleicher Grösse und nähern sich im Baue mehr den Arterien, mit welchen sie jedoch, was die Dicke der Wand anlangt, nicht zu vergleichen sind. Die *Adventitia* endlich enthält längsziehendes Bindegewebe sammt elastischen Fäserchen und einzelne netzförmig zusammenhängende Bündel von Längsmuskeln. — Die Klappen dieses Kanals und der Lymphgefässe überhaupt stimmen mit denen der Venen überein.



Fig. 1306.

Die Blutgefässe der Lymphgefässe verhalten sich am *Ductus thoracicus* wie an den Venen. Wie *A. Dogiel* nachwies (in Arch. f. mikrosk. Anat. 17. Bd., S. 335) werden auch kleine Lymphgefässe (Ohr des Kaninchens, Mesenterium von Hund und Katze, Unterhautzellgewebe der Ratte) von Blutkapillaren umsponnen. — Was die Nerven anlangt, so hat *A. Dogiel* (l. c. 49. Bd. S. 791) an den grösseren Lymphgefässen in der Haut des *Penis* und in der Vorhaut beim Menschen etwas weitmaschigere Geflechte, als an den Blutgefässen gefunden und das Eindringen von Nervenfäserchen in die Muskelhaut verfolgt. Auch an den feinen Lymphgefässen der Gallenblase des Hundes konnte derselbe umflechtende Nerven nachweisen. In jüngster Zeit hat *Kytmanof*, ein Schüler *Smirnow's* die Nervenendigungen um *Ductus thoracicus*, an den Lymphgefässen des Samenstranges und des *Epicardium* genauer verfolgt und ganz ähnliche Verhältnisse gefunden, wie sie von den Blutgefässen bekannt sind (siehe S. 640) und insbesondere auch sensible Endigungen in der *Adventitia* und *Media* in Form von Endbüschen und feine Geflechte unter dem Endothel nachgewiesen (in Anat. Anz. 19. Bd. S. 369).

Es ist hier der Ort, etwas näher auf die Zellenhaut der kapillaren Lymph- und Blutgefässe einzugehen, vor allem auf den Nachweis derselben durch Silbersalze. Es ist leicht begreiflich, dass die ersten Angaben von *v. Recklinghausen* nicht den Glauben fanden, den sie verdienten, einmal weil es demselben nicht gelungen war, die Kerne der fraglichen Zellen zu sehen und dann, weil die vielgestaltigen Silberniederschläge im umliegenden Bindegewebe, die zur Aufstellung der Saftkanälchen führten, dem Glauben an das Gesetzmässige der Erscheinung Eintrag thaten. So kam es, dass von verschiedenen Seiten Zweifel laut wurden, wie durch *Henle*, *Adler*, *Hartmann*, *Federn*, *Stricker* u. a. Wer jedoch selbst die Mühe sich nehmen wollte, eine Reihe von epithelialen Bildungen mit und ohne Silber zu untersuchen, der musste bald zur Ueber-

Fig. 1306. Querschnitt durch ein zuführendes Lymphgefäss eines Lymphknoten vom 8jährigen Knaben. Pikrinsublimat, Hämatox., Eosin. Vergr. 200. *b* Bindegewebsbündel; *e* Endothel; *l* Längsmuskeln der *Adventitia* mit jenen der Kapsel zusammenhängend; *r* Ringmuskeln der *Media*.

zeugung kommen, dass es bei den Silberniederschlägen wesentlich um regelrechte Bildungen sich handle, und kam dann auch bald der Nachweis der Kerne der betreffenden Zellen und der Möglichkeit, die letzteren durch kaustisches Kali oder Maceration in Jodserum für sich darzustellen, hinzu. Immerhin muss zugegeben werden, dass unter Umständen das Silber, wie andere Imprägnations- und Färbemethoden, schwer zu deutende Bilder erzeugt und dass bei diesen Untersuchungen stets mit Vorsicht zu verfahren ist. Bei Gefässen ist die Einspritzung mit Leim und Silber jeder anderen Methode weit vorzuziehen, denn sind die Gefässe nicht prall gefüllt, so erzeugen die sich deckenden Linien der beiden Wandungen oft kaum zu enträthselnde Bilder. Solcher Art sind die Präparate, die *Federn* untersucht und abgebildet hat, die *Koelliker* zu sehen Gelegenheit hatte, jedoch keineswegs als beweisend für die Deutung der dunklen Linien als Fasern ansah. Ferner ist es zweckmässig, die Höllensteinlösung möglichst verdünnt zu nehmen (eher unter als über $^1/_4$ %) und nur sehr kurz einwirken zu lassen, indem sonst statt einfacher linienförmiger Zellengrenzen verschiedentlich knotige, breitere Streifen entstehen. Diese Bildungen, die in vielen Abbildungen zu sehen sind, sind nicht mit Sicherheit erklärt. Nach *v. Recklinghausen* bilden sich die Silberniederschläge in einem die Epithelzellen vereinenden Kitte oder einer Zwischensubstanz, *Auerbach* dagegen war geneigt anzunehmen, dieselben entstünden in Furchen der freien Oberfläche der betreffenden Häute. *Koelliker* hält beide Annahmen für berechtigt in der Art, dass seiner Meinung nach zarte Niederschläge in einer Intercellularsubstanz ihre Lage haben, dickere und unregelmässige Ablagerungen dagegen auf der inneren Oberfläche der Zellen. Damit sollte nicht gesagt sein, dass nicht auch unter Umständen die Zwischensubstanz stellenweise stärker, an anderen Orten weniger mächtig angesammelt sein kann, nur so viel, dass er bei vorsichtiger Anwendung des Höllensteins vorwiegend zarte, regelmässige Silberlinien, bei unvorsichtiger knotige und dicke solche Züge gefunden habe, was eben für die obige Auffassung spricht. Mit der Annahme von *Stigmata* oder Poren zwischen den Zellen kann man nicht vorsichtig genug sein, und ist in dieser Beziehung gewiss gefehlt worden. Ausser den Knoten an den Silberlinien, die sicher nicht hierher zählen, kommen nämlich noch die von *Auerbach* sogenannten Schaltplättchen in Betracht (Fig. 1304), welche entweder abgeschnürte Stellen von Zellen sind oder von einem Uebereinandergreifen von Zacken derselben herrühren.

Ueber die erste Entwicklung der Lymphgefässe bei Säugethieren ist nur wenig bekannt. *Gulland* und *Saxer* konnten bei Schafembryonen, letzterer auch bei Rindsembryonen von $2^1/_2$ cm Länge die ersten subcutanen Lymphgefässspalten, die von Endothel ausgekleidet waren, aber noch keine zusammenhängenden Gefässe bildeten, wahrnehmen. Nach *Ranvier* (in Arch. d'Anat. microscop. T. I) findet man bei Embryonen vom Schweine unter 9 cm Länge keine injizirbaren Lymphgefässe. Ihr erstes Auftreten konnte *Ranvier* nicht feststellen, dagegen bei älteren Embryonen an den Lymphgefässen des *Mesenterium* ein distal fortschreitendes Wachsthum von Gefässen durch erst solide, dann sich — unter gleichzeitiger Bildung von Klappen — aushöhlende Sprosse beobachten. *Ranvier* glaubt daher, dass die Lymphgefässe vom Venensystem nach der Peripherie in ähnlicher Weise durch Sprossung fortwachsen, wie eine Drüse mit verzweigtem Gangsysteme von einer Schleimhautröhre aus. Die Lymphkapillaren wären dann den letzten secernirenden Endstücken einer solchen Drüse vergleichbar. Wäre diese Annahme richtig, dann würde sich ein prinzipieller, durchgreifender Unterschied zwischen echten Lymphräumen und Bindegewebsspalten ergeben. Denn die letzteren entwickeln sich, wie leicht festzustellen, überall in loco in einer ursprünglich spaltenlosen Mesodermanlage, wenn wir von der Pleuroperitonealhöhle absehen, die so früh auftritt, dass über ihre Beziehung zu den primären Keimblättern verschiedene Meinungen herrschen. Die Aufstellungen *Ranvier*'s sind keineswegs sicher erwiesen und stehen im Gegentheile in Widerspruch mit den von anderen gefundenen Thatsachen; sie wurden jedoch hier angeführt, weil durch dieselben der Vorstellung von der gänzlichen Verschiedenheit von Bindegewebsspalten und echten Lymphgefässen der schärfste Ausdruck gegeben wird.

Für eine genetische Beziehung der Lymphgefässe zu den Blutgefässen sprechen die Erfahrungen, welche über die Lymphkapillaren des Froschlarvenschwanzes vorliegen. Wenn auch *S. Mayer* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 91. Bd., S. 204) nicht *Wyssosky* beistimmt, welcher diese Gefässe als sich entwickelnde Blutgefässe erklären

wollte, so ist er dagegen geneigt anzunehmen, dass die Lymphkapillaren des Froschlarvenschwanzes ursprünglich von Blutgefässen auswachsen, dann aber sekundär aus dem Blutkreislaufe ausgeschaltet, zu einem besonderen Röhrensysteme werden. Dagegen muss man nach den Untersuchungen *Budge*'s (in Arch. f. Anat. u. Phys. 1887) an Hühnerembryonen annehmen, dass die ersten Lymphgefässe selbständig entstehen und nicht von Blutgefässen auswachsen, sondern erst sekundär mit denselben in Verbindung treten. *L. Sala* (in Ricerche f. n Labor. di Anat. di Roma etc. Vol. 7, p. 263, 1900) findet auf Grund eingehender Untersuchungen, dass die Milchbrustgänge beim Hühnchen als solide Zellstränge sich anlegen, die zuerst an einzelnen Stellen hohl, dann erst zusammenhängende Röhren werden und sekundär, bei 8—9 Tage alten Embryonen, mit den oberen Hohlvenen in Verbindung treten. Es kann demnach wohl nicht bezweifelt werden, dass die Milchbrustgänge beim Huhne selbständige Bildungen sind und nicht aus den Blutgefässen hervorsprossen. — Nicht leicht verständliche Mittheilungen über die erste Entwicklung der Lymphgefässe und Lymphknoten bei Meerschweinchen macht *Retterer* (in C. r de la soc. de Biol. 1900, p. 284). Nach diesem Autor sollen die Lymphgefässe intracellulär, durch Verflüssigung des Plasma anastomosirender Zellen entstehen. — Bei den Amphibien und Reptilien, bei einigen Fischen und Vögeln, nirgends aber bei Säugethieren, finden sich besondere kontraktile Organe, Lymphherzen, am Uebergange der Lymphgefässe in das Venensystem. Sie sind am meisten beim Frosche untersucht, wo sie von *J. Müller* zuerst entdeckt wurden. Sie bestehen hier, abgesehen vom Endothel und einer dünnen Bindegewebsschicht, aus Netzen quergestreifter Muskelfasern, die sich nicht in einzelne Zellen zerlegen lassen und Kerne besitzen, die nirgends im Innern sondern ganz oberflächlich, unmittelbar unter dem Sarcolemma gelegen sind. Bei den Vögeln sind Lymphherzen bei den Ratiten und einigen Wasservögeln nachgewiesen; *Budge* entdeckte solche auch bei Hühnerembryonen und *L. Sala* (l. c.) gab jüngst eingehendere Nachweise über die Entwicklung derselben, wobei sich herausstellte, dass die Lymphherzen anfänglich in Zusammenhang mit den Steissvenen auftreten.

§ 322.

Von den Gewebespalten (Lymphspalten), den Saftkanälchen und den serösen Höhlen.

Während die Blutgefässe ein geschlossenes Röhrensystem darstellen, das vom Herzen durch die Arterien in die Kapillaren und weiter in die Venen und wieder zum Herzen führt, ist das Lymphgefässsystem gewissermassen ein seitlicher Anhang desselben, welcher mit blind geschlossenen von Endothel ausgekleideten Lymphkapillaren seinen Anfang nimmt und allmählich zu grösseren Stämmchen sich sammelnd, schliesslich in das Venensystem mündet. Die Lymphe, welche in den eigentlichen Lymphgefässen strömt, stammt in letzter Linie aus den Blutgefässen und stellt denjenigen Theil des durch die Blutkapillaren ausgetretenen Plasma dar, der nach Veränderung desselben durch die lebenden Gewebe und theilweise Verwendung desselben für Sekrete und Exkrete übrig geblieben ist; ein Verlust der wiederum durch die Resorption im Darmkanale ausgeglichen werden muss (*Chylus*). Es müssen daher die blind geschlossenen Enden der eigentlichen Lymphgefässe die in denselben strömende Flüssigkeit aus Quellen beziehen, welche ausserhalb derselben, in den Geweben selbst liegen. Das aus den Blutgefässen austretende Ernährungsplasma ist zunächst noch nicht eigentliche Lymphe, sondern eine Flüssigkeit, welche die Gewebeelemente überall benetzt und durch Stoffaustausch mit denselben, je nach der Natur und der funktionellen Thätigkeit der lebenden Elementartheile, auf mannigfaltige Weise verändert wird, ehe sie als Lymphe in die eigentlichen Lymphgefässe gelangt. *Insoferne* die veränderten Gewebsflüssigkeiten sich in sichtbaren Binnenräumen

des Bindegewebes oder auch von Epithelgeweben ansammeln, hat man diese Gewebespalten auch den Lymphräumen zugerechnet. Die spaltförmigen Hohlräume des Bindegewebes sind aber grössten Theils nicht eigentliche Lymphräume, sondern haben nach Funktion und Inhalt zunächst eine andere Bedeutung. Dies ist vor allem klar für die Gelenkhöhlen, Schleimbeutel und Sehnenscheiden, deren Funktion als Theile des Bewegungsapparates und deren Inhalt (*Synovia*, schleimiger Inhalt der Schleimbeutel) augenscheinlich eine unmittelbare Beziehung zu den Lymphgefässen ausschliesst. Aber auch die serösen Höhlen, deren flüssiger Inhalt der Lymphe ähnlicher ist, sind nicht in erster Linie Theile des Lymphgefässsystemes, sondern Räume, deren funktionelle Bedeutung wesentlich darin liegt, dass sie den innerhalb derselben gelegenen, von den serösen Häuten bedeckten Eingeweiden Verschiebungen gestatten. Auch die von Flüssigkeit erfüllten Subdural- und Subarachnoidalräume des Gehirns und Rückenmarkes sind nicht einfache Lymphräume, sondern sie sind vor allem bestimmt, bei den Bewegungen der Wirbelsäule und bei den Volumsveränderungen des Gehirns unter wechselndem Blutdrucke durch entsprechende Verschiebungen der Cerebrospinalflüssigkeit Druck und Zug am Centralnervensysteme zu verhindern. Auch die Binnenräume der Sinnesorgane, die endo- und perilymphatischen, von Flüssigkeit erfüllten Räume des Gehörorganes, der *Tenon*'sche Raum um den Augapfel, der Suprachorioidalraum, die vordere und hintere Augenkammer u. s. w. sind Spalt- und Hohlräume, deren funktionelle Bedeutung in jedem Falle eine andere und deren Beziehung zu dem Lymphgefässsysteme nur eine entfernte ist. Auch die zahlreichen Spalträume im lockeren Bindegewebe haben grösstentheils die Bedeutung eine leichte Verschiebbarkeit des Gewebes zu ermöglichen und sie können ebenfalls nicht als einfache Lymphspalten betrachtet werden, deren erste und ausschliessliche Bedeutung in der Aufnahme von Lymphe zu suchen wäre.

Der Versuch offene Wege aufzuweisen, durch welche die Lymphe von den Blutgefässen in die Lymphgefässe gelangt, führte in älterer Zeit zur Aufstellung der Lehre von den *Vasa serosa*, d. h. von Gefässen, welche so fein sein sollten, dass sie nur mehr Plasma nicht aber Blutkörperchen passiren lassen. An deren Stelle trat später die Lehre von den Saftkanälchen, welche namentlich von *v. Recklinghausen* ausgebaut wurde. Um diese Lehre zu verstehen, muss man auf die Vorstellungen vom Baue der Bindesubstanzen zurückgehen, wie sie sich auf Grund der *Schwann*'schen Zellenlehre entwickelt hatten. Im Knochengewebe stellen die Knochenlakunen (Knochenkörperchen) mit ihren überall zusammenhängenden Kanälchen, falls man dieselben sich von Flüssigkeit erfüllt denkt, ein Röhrensystem dar, welches *Virchow* als für die Saftströmung bestimmt sich dachte. In gewissen Bindegewebsformen namentlich im Gallertgewebe und in lockeren und hautartigen Bindegewebstexturen hängen die Bindegewebszellen mit zahlreichen Anastomosen zusammen. Denkt man sich dieselben als hohl, so würden dieselben ebenfalls ein System von plasmatischen Röhrchen (*Donders*, *Virchow*) herstellen und wenn die Bindegewebszellen einerseits mit den Blutkapillaren andererseits mit den Lymphkapillaren sich verbinden, so würde nach einem *Schema*, das *Leydig* gab, der Plasmastrom in einfachster Weise von den Blut- zu den Lymphkapillaren gehen. Solche Vorstellungen schienen umsomehr berechtigt als *Schwann* die Blutkapillaren und *Koelliker* (in Mikrosk. Anat. II, 2, S. 548) auch die Lymph-

kapillaren im Schwanze der Froschlarven theilweise aus Bindegewebszellen sich entwickeln liessen. Sie waren aber nur so lange möglich, als man die Zellen als hohle von Membranen umgebene Gebilde mit flüssigem Inhalte und einem Kerne, der der Wand anlag, sich vorstellte. Seitdem jedoch die heute fest stehende Einsicht sich Bahn brach, dass die Bindegewebszellen Protoplasmakörper ohne besondere Membran sind, welche in Hohlräumen der Grundsubstanz liegen, musste diese Vorstellung verlassen werden. —

v. Recklinghausen suchte nun in seiner Lehre von den Saftkanälchen der modernen Vorstellung vom Bau der Bindegewebszellen gerecht zu werden. Nach ihm sind die Saftkanälchen nicht die anastomosirenden Hohlräume von spindel- und sternförmigen Zellen (Bindegewebskörperchen im alten Sinne), sondern die Saftkanälchen stellen zusammenhängende Lücken der Grundsubstanz dar, innerhalb welcher die Bindegewebszellen ihre Lage haben. Die Zellen füllen aber nach *v. Recklinghausen* die Saftkanälchen nicht vollständig aus, sondern zwischen der von Grundsubstanz gebildeten Wand der Lücken und den Protoplasmakörpern der Bindegewebszellen, welche der Grundsubstanz nur auf einer Seite anliegen, sollen von Flüssigkeit erfüllte Spalten übrig bleiben, welche eine freie Saftströmung gestatten. Der schwache Punkt dieser Lehre ist der Nachweis der selbständigen Spalten zwischen den Zellkörpern und deren Ausläufern einerseits und der Grundsubstanz andererseits im lebenden Gewebe, ein Nachweis, der von Niemanden erbracht wurde. Den Nachweis der Saftkanälchen führte *v. Recklinghausen* vorzüglich mittelst der Imprägnation mit Silbernitrat. Behandelt man das *Centrum tendineum* des Zwerchfelles vom Kaninchen oder von anderen kleinen Thieren mit dem Silbersalze, so erhält man (Fig. 1307, *s*) auf dunklem Grunde — der von Silber geschwärzten Grundsubstanz — helle, zackige Figuren, welche die sogenannten Saftkanälchen darstellen. Dieselben hängen unter einander an zahlreichen Stellen zusammen und berühren auch vielfach die im Gewebe liegenden Lymphkapillaren (L) und Blutkapillaren (B), deren Endothelzellen ebenfalls hell und durch dunkle Contouren von einander getrennt erscheinen. Stellt man sich die hellen Räume als von Flüssigkeit erfüllt vor, so hätte man anschaulich den Zusammenhang von Lymph- und



Fig. 1307.

Fig. 1307. Silberpräparat vom Zwerchfelle der Ratte. Vergr. 125. *B* Blutkapillaren; *L* Lymphkapillaren; *L'* blinde Enden von Lymphkapillaren. Die Grenzen der Endothelzellen schwarz gefärbt. *s* sogenannte Saftkanälchen.

Blutkapillaren vor sich. Allein in Wirklichkeit ist das Bild ganz anders zu deuten. Die anscheinenden Saftkanälchen sind nichts anderes, als die Negativbilder von Bindegewebszellen, welche gerade so, wie die Endothelzellen, wenn man lebendes Gewebe mit verdünnten Silbernitratlösungen behandelt, dieselben in das Protoplasma nicht eindringen lassen, während die Zwischensubstanz zwischen den Zellen sowohl in den Lymphkapillaren (Endothelzellengrenzen) als im Bindegewebe (Grundsubstanz) das Silbersalz aufnimmt und sich am Lichte schwärzt. Die anscheinend leeren Räume des Silberbildes sind also in Wirklichkeit protoplasmatische Zellkörper und daher keineswegs ein Kanalsystem. Ganz ähnliche, anastomosirende sogenannte Saftkanälchen erhält man auch in der, der Blut- und Lymphgefässe entbehrenden Cornea (Fig. 1347), welche hier ebenfalls den Negativbildern der anastomosirenden Protoplasmakörper, der Corneazellen oder Corneakörperchen entsprechen. Die Silberbilder können für die Existenz von wirklichen Saftkanälchen, d. h. von mit Flüssigkeit erfüllten Spalten nichts beweisen, sie zeigen im Gegentheil, dass verdünnte Silbernitratlösungen in Räume, welche von lebenden Zellen erfüllt sind, nicht eindringen. Die Injizirbarkeit der Saftkanälchen der Cornea, welche übrigens nur bei gewissen Thieren vorhanden ist (siehe § 332), kann ebenfalls nicht für die Präexistenz der Saftkanälchen ins Gewicht fallen, da ja eine Verdrängung und Zertrümmerung von weichen Zellen durch Injektionsdruck leichter sich vollziehen wird, als des relativ festeren Gewebes der Grundsubstanz. Ganz und gar nicht fügt sich in die Lehre von den Saftkanälchen der Bau des typischen Hyalinknorpels, der nur rundliche oder abgeplattete, in weitaus den meisten Fällen nirgends anastomosirende Zellen zeigt, die — wie man hier am lebenden Gewebe zweifellos sehen kann — die Höhlen der Grundsubstanz, in welchen sie liegen, vollständig ausfüllen. Zwar hat es auch beim Knorpel nicht an zahlreichen Bemühungen gefehlt, „Saftkanälchen" nachzuweisen, aber alles, was seit *Bubnoff*, *Spina* und *Budge* als solche beschrieben wurde, sind sicherlich Trugbilder, die theils durch Schrumpfungen, theils durch schwer zu deutende Silberniederschläge hervorgerufen wurden. Im typischen Hyalinknorpel gibt es weder Blut- noch Lymphgefässe. Die Ernährungsflüssigkeit kann hier nur durch die Grundsubstanz selbst zu den Zellen gelangen und zwar zwischen den feinen Fäserchen derselben und durch die Kapseln, welche die Zellen umhüllen, wobei von einem regelmässigen Strome keine Rede sein kann. Dasselbe gilt auch für die Hornhaut, für welche insbesondere die Versuche von *Leber* experimentell zeigten, dass ein Flüssigkeitsstrom durch die Saftkanälchen bei Filtrationsversuchen mit der lebenden Cornea nicht stattfindet. Was für diese Gewebe gilt, darf wohl auch auf die anderen Bindesubstanzen übertragen werden.

Die Ernährungsflüssigkeit kann alle benetzbaren Theile durchdringen, am wenigsten frei aber gerade die Zellen, die in den angeblichen Saftkanälchen liegen, weil die Zellen vermöge der Eigenschaften des lebenden Protoplasma nicht passiv zur umgebenden Flüssigkeit sich verhalten, sondern Stoffaufnahme und Stoffabgabe nach Bedarf regeln und eventuell schädliche Stoffe von sich abhalten. Die Strömung der Ernährungsflüssigkeit wird nichts desto weniger gerade von der Thätigkeit der Zellen am meisten abhängen. Je reger der Stoffwechsel in denselben ist, um so mehr Flüssigkeit werden sie aus der Umgebung aufnehmen und andererseits wieder abgeben, eine Vorstellung, der *Virchow*

bereits in seiner Cellularpathologie Ausdruck gab. Die Physiologen betrachteten lange Zeit, namentlich seit den Versuchen von *C. Ludwig* und seinen Schülern, den Lymphstrom wesentlich als einen Filtrationsstrom, der aus den unter höherem Drucke stehenden Blutkapillaren in die unter niedrigerem Drucke stehenden Lymphkapillaren erfolgt. Diese Annahme allein genügt nicht mehr, seitdem zuerst durch *R. Heidenhain* eine Reihe von Stoffen nachgewiesen wurden, welche in den Blutkreislauf gebracht, die Lymphbildung bedeutend steigern (*Lymphagoga*) und zwar entweder durch Diffusion (Salze, Zucker, Harnstoff) oder durch eine spezifische Reizwirkung (Extrakte von Krebsmuskeln, Blutegeln u. s. w.). *R. Heidenhain* dachte hierbei an sekretorische Thätigkeit der Gefässendothelien, wofür indessen weder von histologischer noch von physiologischer Seite bestimmte Beweise vorliegen. Wie *Asher* und *Busch* (in Zeitschr. f. Biologie 40. Bd. S. 333) durch Versuche mit Einführung der *Lymphagoga* in den Pfortaderkreislauf darthun, stammt der gesteigerte Lymphstrom wesentlich von einer gesteigerten Thätigkeit der Leber und sie ziehen den allgemeinen Schluss, dass die Lymphe ein Produkt der Arbeit der Organe sei. An Stelle eines einfachen Filtrationsstromes von den Blutkapillaren in die Anfänge der Lymphgefässe tritt eine viel verwickeltere Bewegung von Flüssigkeit, welche unter dem Einflusse von Diffusion und Osmose und vor allem der chemischen Arbeit der lebenden Zellen steht. Dadurch erst wird Lymphe gebildet, welche den mannigfaltigen Organen entsprechend je nach Ort und physiologischer Thätigkeit verschieden sein muss und bald reichlich bald so spärlich gebildet wird, dass gar kein Lymphstrom vorhanden ist, wie *H. Emminghaus* (in Ber. d. Kön. sächs. Ges. d. Wissensch. 1873. S. 396) an der ruhenden Pfote des Hundes bei ungestörter Blutcirkulation beobachten konnte. Die Lymphbildung ist namentlich in drüsigen Organen wesentlich ein cellulärer Prozess und es kann daher auch die Bewegung der Lymphe von den Blutkapillaren zu den Anfängen der Lymphgefässe der Natur der Sache nach nicht auf bestimmten, röhrenförmigen, mikroskopisch für sich darstellbaren Bahnen erfolgen, sondern sie muss im Allgemeinen durch alle Theile der Gewebe, durch die Zellen und ihre geformten Produkte, soweit diese überhaupt für Flüssigkeit benetzbar und durchdringbar sind, geschehen.

Die Ergebnisse der vitalen Injektionen von *Indigocarmin* und anderen Farbestoffen, wie sie von *Chrzonszczewsky*, *Thoma*, *Küttner*, *J. Arnold* (in *Virchow's* Arch. 68. u. 71. Bd.), *Leo Gerlach* u. a. geübt wurden, lassen sich sehr wohl aus der Annahme erklären und begreifen, dass der Saftstrom überall durch das Gewebe geht, nicht aber aus der Lehre von den Saftkanälchen. Im Bindegewebe zeigt sich der körnig ausgeschiedene Farbestoff bald um die Zellen angehäuft, bald in Lücken zwischen den Faserzügen der Grundsubstanz; in der Hornhaut bald um die Zellen, oder in den Zellen selbst, bald in spiessartigen Figuren zwischen den Fasern der Grundsubstanz; im Knorpel, theils pericellulär, theils in den Zellen selbst, theils da und dort in der Grundsubstanz, ähnlich in den Sehnen; in den Muskeln, theils im Perimysium in und zwischen den Zellen, theils im Innern der Muskelfasern um die Kerne und im *Sarcoplasma*, in den Epithelien und Endothelien in den Intercellularräumen. Von regelmässigen selbständigen Saftbahnen kann daher keine Rede sein. — *Es fragt* sich nun, ob wenigstens die anatomisch nachweisbaren Spalten

der Gewebe als Theile des Lymphgefässsystemes betrachtet werden dürfen. In dieser Beziehung muss zunächst auf das oben Gesagte verwiesen werden und es kann sich hier nur noch um die Frage handeln, wie weit direkte offene Verbindungen zwischen den Spalten und wahren Lymphgefässen vorhanden sind.

Es ist hier vor allem der überraschenden und sehr wichtigen Untersuchungen *v. Recklinghausen*'s zu gedenken, durch welche eine alte Annahme von *Mascagni*, dass die serösen Säcke mit dem Lymphgefässsysteme in offener Verbindung stehen, zum ersten Male wirklich durch Thatsachen schlagend bewiesen wurde. *v. R.* zeigte nämlich, dass die Lymphgefässe des *Centrum tendineum* des Zwerchfelles des Kaninchens mit dem *Cavum peritonei* durch Oeffnungen in Verbindung stehen, welche, etwa doppelt so gross wie rothe Blutzellen, im Leben und unmittelbar nach dem Tode nicht nur Flüssigkeiten, sondern selbst geformte Theilchen, wie Milchkügelchen, Blutzellen, Zinnobertheilchen u. s. w., durchlassen, so dass mit Leichtigkeit künstliche Füllungen der fraglichen Gefässe mit Milch, Zinnober u. s. w. von selbst sich erhalten lassen, wenn man die betreffenden Stoffe in die Bauchhöhle lebender Thiere einspritzt oder auf die Bauchhöhlenfläche des *Diaphragma* eben getödteter Thiere anbringt. Diese Ergebnisse sind von *Ludwig* und *Schweigger-Seidel* für das Zwerchfell des Kaninchens bestätigt und von *Dybkowsky* unter *Ludwig*'s Leitung auch auf die *Pleura* des Hundes ausgedehnt worden, ausserdem haben aber auch diese Forscher durch eine genaue Untersuchung der betreffenden serösen Häute den Nachweis geliefert, in welcher Weise eigentlich der Zusammenhang der Lymphgefässe mit den serösen Höhlen sich macht. Hierbei ergab sich, dass die Lymphgefässe kurze Ausläufer an die Oberfläche der *Serosa* entsenden, welche durch besondere Poren im Epithel, d. h. Lücken zwischen den Zellen desselben, frei ausmünden. Und wenn auch die Beschaffenheit dieser Poren bei Säugethieren noch immer nicht nach allen Seiten hinreichend festgestellt ist und für einmal nur die Beobachtungen von *Schweigger-Seidel* und *Dogiel* beim Frosche als ganz zweifellos zu betrachten sind, so

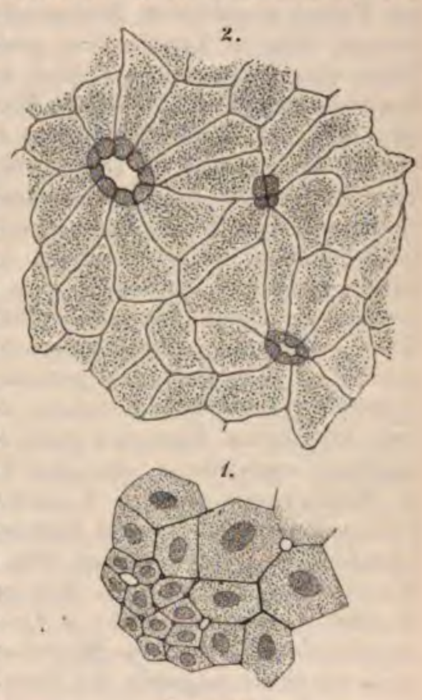


Fig. 1308.

Fig. 1308. 1. Ein Stückchen Epithel der Peritonealfläche des *Centrum tendineum* des Kaninchens mit drei Lücken (Poren) zwischen den Epithelzellen. Nach *Ludwig* und *Schweigger-Seidel*. 2. Epithelzellen der Bauchhöhlenfläche der *Membrana subvertebralis* des Frosches mit zwei offenen Poren, welche in den Lymphsack führen und einer geschlossenen Pore. Die dunklen, um die Oeffnungen befindlichen Flecken sind die Kerne der Zellen. Nach *Schweigger-Seidel* und *Dogiel*.

kann doch angesichts aller ermittelten Thatsachen das Vorkommen freier Ausmündungen der Lymphgefässe am Epithel trotz der Einwendungen von *Tourneux* und *Herrmann, Solger, Jourdain* und *Sappey* nicht beanstandet werden, und ist die Wissenschaft durch *v. Recklinghausen* durch die Erkenntniss einer tief eingreifenden Thatsache bereichert worden. *v. R.* hat dieselbe auch gleich physiologisch zu verwerthen gesucht, indem er annimmt, dass die Flüssigkeit, welche die serösen Säcke nach ihm immer in einer gewissen Menge enthalten, immerwährend von den Lymphgefässen aufgenommen werde.

Beim Menschen konnten *Bizzozero* und *Salvioli* (in Arch. per le scienze med. Vol. I. e II.) an der Peritonealfläche des Zwerchfelles und zwar vorzüglich an der Grenze des muskulösen Theiles gegen das faserige *Centrum* von Epithel ausgekleidete Bindegewebsgitter, deren Maschen nur durch Epithel getrennt dicht an Lymphgefässe grenzten, nachweisen, während am faserigen Theile überall unter dem Epithel das zusammenhängende Grenzhäutchen des Bauchfells sich fand. Aehnliche Einrichtungen finden sich auch an der pleuralen Seite des Zwerchfelles und an der parietalen *Pleura*, nicht aber am Herzbeutel. Doch hängen die Lymphgefässe des *Pericardium* mit jenen des Bauchfelles im Bereiche des *Centrum tendineum* des Zwerchfelles zusammen. Von wirklichen *Stomata* oder Poren sprechen die Verfasser nicht, sie konnten aber bei Injektionen der Lymphgefässe den Austritt der Masse an den erwähnten Stellen leicht und anscheinend ohne Gewebezerreissung bewirken. Der Zusammenhang der eigentlichen serösen Höhlen mit den Lymphgefässen der serösen Häute ist demnach wenigstens so weit sicher gestellt, dass es Stellen gibt, an welchen — wenn auch nicht permanente Poren oder *Stomata* — doch nur rein epitheliale Scheidewände vorhanden sind, und ein Durchtreten von Flüssigkeit sowie körperlichen Elementen durch Intercellularräume des Epithels in Lymphkapillaren ermöglicht ist. Zu dieser Vorstellung führen auch die Untersuchungen *A. Kolossow's* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 42. Bd.) über die Struktur des Pleuroperitonealepithels. Ein Nachweis von charakteristischen Poren, wie an den Lymphcysternen des Frosches (Fig. 1308, 2), ist bei Säugethieren und beim Menschen nirgends gelungen, doch hat *Lacroix* (in Contribut. à l'histol. norm. et pathol. du pericarde, Thèse de Lyon 1891) am parietalen Pericard bei Thieren eigenthümliche rosettenartige (Meerschweinchen) und maulbeerartige (Schaf) Epithelinseln mit Silber dargestellt und *Ranvier* fand das Peritonealepithel am Zwerchfelle des Kaninchens dort, wo die Lymphgefässe bis ans Epithel treten, stets aus kleinen Zellen zusammengesetzt.

Inselartige Wucherungen von Epithelzellen am Peritonealepithel des Menschen (*Omentum majus*) haben schon vor langer Zeit *Koelliker* (V. Aufl. S. 603) und *Ludwig* und *Schweigger-Seidel* am Zwerchfelle beim Kaninchen beobachtet. Was den Zusammenhang von Bindegewebsspalten mit Lymphgefässen anlangt, muss auf die Kapitel über die betreffenden Organe verwiesen werden und es sei hier nur im Allgemeinen bemerkt, dass der Anfang von Lymphgefässen mit sackartigen, von Endothel ausgekleideten Erweiterungen statt mit röhrenartigen Lymphkapillaren, wie er speziell an den Lymphknötchen der Darmschleimhaut mancher Thiere zweifellos vorkommt, vielfach dazu verleitet hat, auch Spalten, wie sie überall im lockeren interstitiellen Bindegewebe und in hautartigen Bindegewebstexturen sich finden, deren direkter Zusammenhang mit

Lymphgefässen aber nicht erwiesen ist — namentlich in Drüsen — für Anfänge von Lymphgefässen zu halten. Speziell sei noch hervorgehoben, dass die zahlreichen Spalten im Unterhautzellgewebe auf keinen Fall direkt mit Lymphgefässen zusammenhängen, da man durch Einstichinjektionen in diese Räume wohl die Spalten füllen und damit Oedeme erzeugen, nicht aber die Lymphgefässe der Haut injiziren kann. Aehnliches gilt von den Bindegewebsspalten der *Submucosa* der meisten Schleimhäute.

Einer besonderen Besprechung bedürfen noch die sogenannten perivaskulären Lymphräume, wie sie insbesondere durch *His* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 15. Bd. S. 127) im Centralnervensysteme nachgewiesen sind. Es ist eine der bemerkenswerthesten Thatsachen, dass ein Organsystem, das unzweifelhaft einen sehr lebhaften Stoffwechsel besitzt und ungemein reich an Blutkapillaren ist, nach dem heutigen Stande unseres Wissens weder in seinem Innern, noch an seiner Oberfläche Lymphgefässe besitzt. Die perivaskulären Lymphräume, welche theils in der *Adventitia* der Arterien und Venen gelegen, theils die Blutkapillaren umscheidende Gliaräume sind, welche letztere wieder mit Gliaräumen um die *Adventitia* der grösseren Blutgefässe und dem „epicerebralen" beziehungsweise „epimedullären" Gliaraum zusammenhängen, können als ein Ersatz von Lymphgefässen nicht betrachtet werden, da die in diesen Räumen enthaltene Flüssigkeit, falls sie längs der Blutgefässe strömen würde, in erster Linie das filtrirte Blutplasma aber keine Gewebelymphe abführen müsste. Die Bedeutung der perivaskulären Lymphräume kann nur darin gesucht werden, dass sie an Volum veränderliche, Flüssigkeit enthaltende Räume sind, von welchen aus das Plasma überall in die Glia dringt und die Nervenelemente selbst benetzt. Die durch den Stoffwechsel der Nervenelemente gebildeten Produkte können nur auf dem Wege der Diffusion und der vitalen Thätigkeit der Glia in die perivaskulären Räume gelangen und aus den perivaskulären Räumen um die Kapillaren durch osmotischen Austausch, vielleicht auch durch die Arbeit der Gefässzellen in die Blutgefässe. Nur in den grösseren perivaskulären Räumen längs der Arterien und Venen wäre ein wirklicher Lymphstrom in die Spalträume der *Pia* zeitweilig denkbar. Vom Subarachnoidalraume lassen sich, wie *Schwalbe*, *A. Key* und *G. Retzius* zeigten, durch Injektion theils Lymphgefässe um die *Vena jugularis interna* (Kaninchen, Hund), theils die Venenräume der Blutleiter des Gehirns durch die Vermittelung der Arachnoidalzotten (Mensch), theils die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut injiziren, welche Verbindungen als eventuelle Abflusswege für den *Liquor cerebrospinalis*, aber keineswegs als Wege eines regelmässigen Lymphstromes betrachtet werden können. Es bleibt für das centrale Nervensystem und dasselbe gilt für die peripheren Nervenstämme, die ebenfalls der Lymphgefässe entbehren — kein anderer Ausweg, als anzunehmen, dass die Stoffwechselprodukte der Nerventhätigkeit durch die Blutgefässe und nicht durch Lymphgefässe entfernt werden, da die von *Fohmann* und *Arnold* angeblich injizirten Lymphgefässe der *Pia mater* (Siehe II. Bd. S. 838) nur Spalträume im Bindegewebe sind, wenn sie auch noch in neuester Zeit, wie von *Binswanger* und *Berger* (*Virchow*'s Arch. 152. Bd. S. 525) als wirkliche Lymphgefässe angesehen wurden. Die perivaskulären Lymphräume des Centralnervensystemes lassen sich demgemäss nicht den perivaskulären Lymphgefässen, wie sie namentlich an den Blutkapillaren der

Nickhaut des Frosches (Stricker) und im Darme des Frosches und des Kaninchens bekannt sind, vergleichen. Denn diese perivaskulären Lymphgefässe sind wirkliche aus Lymphkapillaren beziehungsweise Chyluskapillaren kommende Gefässe, die überdies nicht, wie man früher glaubte, die Blutgefässe wirklich einscheiden, sondern denselben nur dicht anliegen und, wenn prall gefüllt, durch ihren relativ grossen Umfang und die häufigen queren Verbindungen leicht die Täuschung hervorrufen, dass die Blutgefässe in Lymphgefässen eingeschlossen sind, wie *Frey, v. Langer* und *F. v. Winiwarter* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 74. Bd., S. 103) nachwiesen. Nur an den Blutgefässen des *Mesenterium* des Frosches kommt eine wirkliche Einscheidung durch Lymphgefässe vor (*C. v. Langer*), welche Einscheidungen den bei diesen Thieren vorkommenden Lymphsäcken zu vergleichen sind. Ganz ähnliche Gliaräume, wie um die Blutkapillaren des Centralnervensystems findet man auch um die Ganglienzellen. Diese wurden als „pericelluläre Lymphräume" bezeichnet. Sie haben aber offenbar ebenso wenig einen direkten Zusammenhang mit Lymphgefässen, wie die Intercellularräume, welche zwischen den Intercellularbrücken von Epithel- und Endothelzellen vorkommen und welche man früher als Epithelkitt ansah, gegenwärtig aber als von Flüssigkeit erfüllte Lücken betrachten muss (vergl. hierüber *Flemming* in Anat. Hefte 6. Bd. S. 1).

§ 323.

Vom Baue der Lymphknoten im Allgemeinen.

Die Lymphdrüsen, Lymphknoten (*Lymphoglandulae*) sind in den Verlauf von Lymphgefässstämmen, meistens an typischen Stellen eingeschaltete Organe von sehr wechselnder Grösse, welche beim Menschen unter normalen Verhältnissen etwa zwischen 1—25 mm Durchmesser schwankt. Bei aller Mannigfaltigkeit der Form, die bald mehr rundlich, ellipsoidisch, bald abgeplattet bohnenförmig, bald unregelmässig buchtig, gekerbt oder gelappt erscheint, zeigen diese Organe in der Regel mehr weniger deutlich, eine Vertiefung oder Einziehung, welche als *Hilus* (*Koelliker*) bezeichnet wird, an welcher Blutgefässe aus- und eintreten und abführende Lymphgefässe hervorkommen. Jeder Lymphknoten wird von einer Kapsel oder Hülle umgeben, welche nach aussen und gegen den *Hilus* ohne scharfe Grenze in das umgebende, gewöhnlich sehr fettreiche, lockere Bindegewebe übergeht. Das Parenchym des Lymphknotens besteht — abgesehen von den Blutgefässen und Nerven — wesentlich aus drei Bestandtheilen. 1. Aus einem Gewebe von faserigen Blättern, Balken oder Trabekeln, welche von



Fig. 1309.

Fig. 1309. Querschnitt aus einer Mesenterialdrüse des Ochsen. Vergr. 8. *a* Hilus der Drüse; *b* Markssubstanz mit feinen Netzen von Lymphgängen; *c* Rindensubstanz mit *undeutlichen* Rindenknötchen; *d* Kapsel.

der Kapsel in die Tiefe dringen, die Lymphbahnen durchziehen und mit den Wänden der ein- und austretenden Lymphgefässe zusammen hängen. 2. Aus den Lymphbahnen. 3. Aus adenoidem Gewebe, welches die Hauptmasse des ganzen Organes bildet. An Durchschnitten durch eine Lymphdrüse kann man eine Rindensubstanz und eine Marksubstanz mit freiem Auge unterscheiden (*Brücke*). Erstere besteht aus rundlichen 0,4—1 mm und darüber grossen Abtheilungen: den Rindenknötchen (*Koelliker*), Follikel (*v. Recklinghausen*), Kortikalampullen (*His*), Alveolen (*Frey*), welche jedoch häufig zusammenfliessen und nach der Tiefe unmerklich in die Marksubstanz übergehen. Letztere besteht aus einer für das freie Auge mehr gleichartigen, grauröthlichen Masse. Die histologische Untersuchung ergiebt, dass Rinden- und Marksubstanz nicht durch verschiedene Gewebe, sondern wesentlich nur durch eine eigenthümliche Anordnung des adenoiden Gewebes und der Lymphbahnen charakterisirt sind. Wie alle Organe, welche aus adenoidem Gewebe bestehen (Tonsillen, Lymphknötchen der Darmschleimhaut u. s. w.), sind auch die echten Lymphknoten je nach Alter, Individuum und physiologischen Zuständen von wechselndem Verhalten und auch bei verschiedenen Säugethieren nicht ganz übereinstimmend. Es ist daher kaum möglich ein allgemein zutreffendes Bild vom Baue einer Lymphdrüse zu geben. Relativ die klarsten Verhältnisse bieten die Lymphknoten des Rindes, an welchen das Wesentliche des Baues zuerst aufgedeckt wurde und es ist daher auch diesem historischen Gange der Erkenntniss entsprechend, wohl am besten, vom Baue der Lymphknoten des Rindes auszugehen. Zu jeder grösseren Lymphdrüse führen mehrere klappenführende Lymphgefässe, welche als *Vasa afferentia* bezeichnet werden. Dieselben treten an zahlreichen Stellen durch die Kapsel und zunächst in Räume, welche unter der Kapsel schalenartig die aus adenoidem Gewebe bestehenden Rindenknötchen oder Follikel umgeben und als Lymphsinus (*His*) bezeichnet werden. Jeder Lymphsinus umgiebt das Rindenknötchen unter der Kapsel und an den Seitenflächen, soweit nicht Zusammenhänge von benachbarten Knötchen vorkommen. Nach der Marksubstanz setzen sich die Rindenknötchen in, im Querschnitte rundliche, oder abgeplattete 20—200 μ dicke Stränge von adenoidem Gewebe: Markstränge (*Koelliker*), Follikularstränge (*v. Recklinghausen*), Markschläuche (*His*), Lymphröhren (*Frey*), fort, welche in der ganzen Mark-



Fig. 1310.

Fig. 1310. Zuführendes Lymphgefäss von einem Lymphknoten eines 8jährigen Knaben. Schnitt. Pikrinsublimat, Hämatox., Eosin. Vergr. 76. *LL'* Lymphgefäss, bei *L'* in den Lymphknoten eindringend; *k* Kapsel des Lymphknoten; *kl* Klappen; *ar* Arterie; *f* Fettzellen; *l* Leukocyten; *v* Vene.

substanz ein durch zahlreiche Anastomosen zusammenhängendes Netz bilden. Von der Kapsel der Lymphdrüse geht das Trabekulargewebe in Form von Scheidewänden zwischen die Rindenknötchen, dadurch die Lymphsinus der benachbarten Knötchen von einander sondernd. Nach der Marksubstanz setzen sich die Lymphsinus in Lymphbahnen fort, welche überall die Markstränge umgeben. Aber auch das Trabekulargewebe setzt sich von den Scheidewänden der Lymphsinus in die Marksubstanz fort, indem durch die Maschen des Netzes der Markstränge überall Trabekel hindurchziehen. So sind auch im Marke die Lymphbahnen stets auf einer Seite von adenoiden Marksträngen, auf der anderen von Trabekeln begrenzt ganz entsprechend den Sinus der Rindenknötchen, die ebenfalls stets auf einer Seite von adenoidem Gewebe, auf der anderen von Trabekulargewebe umgeben sind. Am *Hilus* der Drüse entstehen die weniger zahlreichen, ausführenden, klappenführenden Lymphgefässe, *Vasa efferentia*, indem die Markstränge mit abgerundeten Enden aufhören, die Trabekel aber zu zusammenhängenden Wänden von vielfach gewundenen und ausgebuchteten Röhren (Terminalsinus, *Toldt*) verschmelzen, durch welche die klappenlosen Lymphbahnen der Drüse allmählich in klappenführende Lymphgefässe übergehen. Damit das adenoide Gewebe, welches die Rindenknötchen und Markstränge bildet, in



Fig. 1311.



Fig. 1312.

Fig. 1311. Feiner Schnitt aus der Marksubstanz einer in Alkohol erhärteten Inguinaldrüse des Ochsen, Lymphbahn ausgepinselt. Vergr. 90. *a* Markstränge; *b* Lymphbahnen mit dem sie durchsetzenden *Reticulum*; *c* Trabekeln.

Fig. 1312. Plexus der *Vasa efferentia* einer Mesenterialdrüse des Ochsen mit Chromblei durch einen Einstich in die Drüse eingespritzt, von der Fläche. Vergr. 42. *Bei auffallendem Lichte gezeichnet.*

seiner Lage gegen das Trabekulargewebe fixirt wird und doch die Lymphbahn, welche sich zwischen die beiderlei Gewebe einschiebt, offen erhalten bleibt, ist das adenoide Gewebe durch zahlreiche feine, die Lymphbahn quer durchsetzende Bindegewebsbälkchen am Trabekulargewebe gleichsam aufgehängt. Eine annähernd richtige, schematische Vorstellung vom Bau einer Lymphdrüse des Rindes lässt sich kurz in folgender Weise geben. Die Lymphdrüse stellt ein bipolares Netz von Lymphgefässen dar, welches auf der einen Seite mit den *Vasa afferentia*, auf der anderen mit den *Vasa efferentia* zusammenhängt. Auf der Seite der *Vasa afferentia* zeigt das Netz kugelige Erweiterungen und ausserdem sind im Bereiche des ganzen Netzes die Wände der benachbarten Gefässe mit einander verwachsen (Kapsel und Trabekularsystem). Die Lichtung des Lymphgefässnetzes ist von adenoidem Gewebe ausgefüllt (Rindenknötchen und Markstränge), doch so, dass überall ein Zwischenraum zwischen Wandung der Lymphgefässe und adenoidem Gewebe

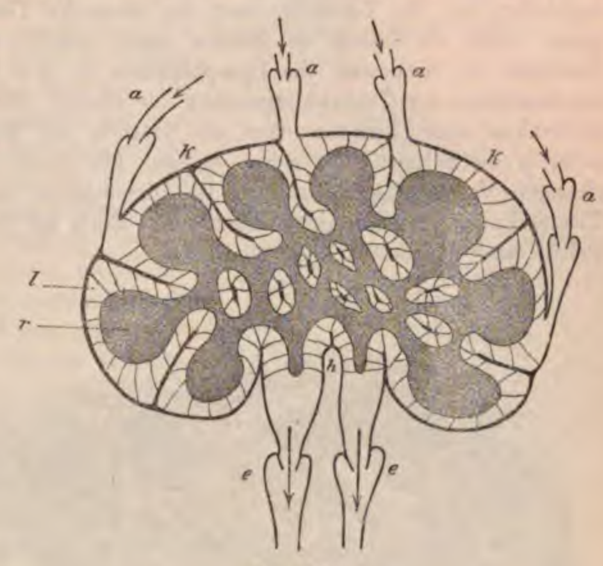


Fig. 1313.



Fig. 1314.

Fig. 1313. Schema eines Lymphknoten. *a Vasa afferentia*, in die Lymphsinus einmündend; *e Vasa efferentia*; *h Hilus*; *k* Kapsel, in das Trabekelsystem sich fortsetzend; *l* Lymphsinus, von *Reticulum* durchsetzt, nach der Tiefe in die Lymphbahnen des Markes sich fortsetzend; *r* Rindenknötchen in die Markstränge sich fortsetzend.

Fig. 1314. Senkrechter Schnitt von der Oberfläche bis zur Mitte aus einer in Alkohol erhärteten Inguinaldrüse des Ochsen mit Essigsäure. Vergr. 11. *a* Kapsel der Drüse; *b* Balken der Rindensubstanz; *c* Rindenknötchen, theilweise zusammenfliessend; *d* Marksubstanz, in der die hellen Züge die Balken, die dunklen Massen die Markstränge darstellen; *e* Bindegewebe des *Hilus* mit grösseren Gefässen. — Das ganze Balkensystem erscheint, weil in der Essigsäure bis zum Verschwinden der Lymphbahnen gequollen, etwas zu breit.

offen bleibt (Lymphsinus und Lymphbahnen), wie die umstehende Figur (1313) veranschaulicht. Dieses Schema stellt einen Schnitt dar und es ist in demselben nur der Zusammenhang des adenoiden Gewebes in die Schnittebene gelegt, wobei die Stränge des Markes relativ spärlich und im Vergleiche zu den Knötchen zu dick und die Lymphbahnen zu weit dargestellt sind. Die Zusammenhänge des Trabekulargewebes, die überall über und unter den Strängen zu denken sind, konnten ohne die Klarheit des Schemas zu beeinträchtigen, nicht in die Schnittfläche gelegt werden. Die durch das Schema möglichen unrichtigen Vorstellungen bezüglich der Dimensionen der in Betracht kommenden Theile, finden ihre Korrektur durch einen Blick auf die Figuren 1314 und 1315, welche nach Präparaten gezeichnet sind.

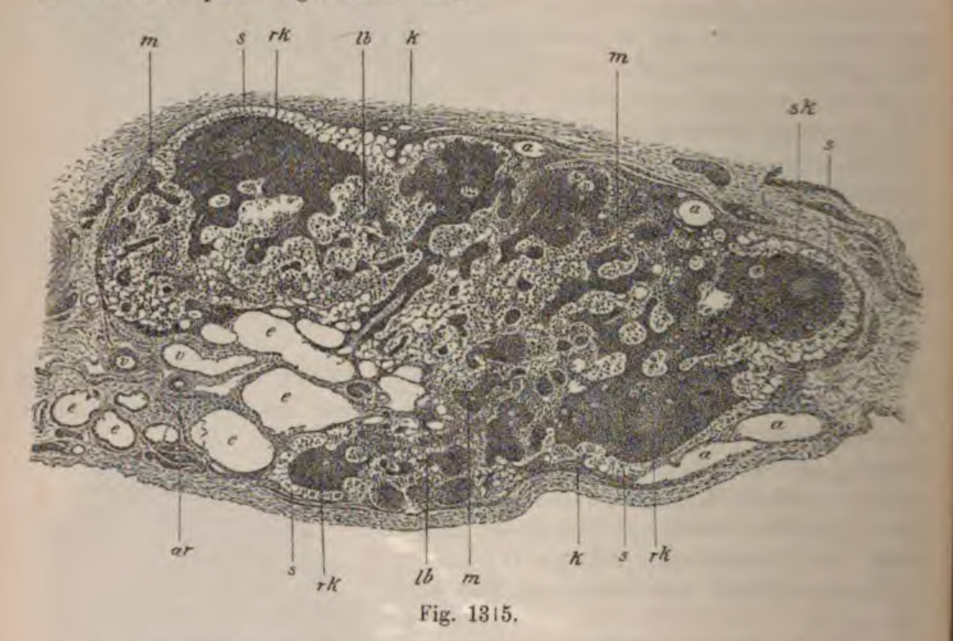


Fig. 1315.

Zur Vervollständigung der Vorstellung vom Baue eines Lymphknotens muss noch der Blutgefässe und Nerven gedacht werden. Die Blutgefässe sind zahlreich und treten vorzüglich am *Hilus* ein und aus, doch dringen auch Arterien- und Venenästchen vom *Hilus* durch Trabekeln an die Oberfläche und durchbohren die Kapsel an verschiedenen Punkten. Die durchbohrenden Arterien anastomosiren zum Theil mit Arterien anderer Lymphknoten (*Tonkoff*, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 15. Bd., S. 269). Im Innern der Drüsen verzweigen sich die im *Hilus* eintretenden Arterien zunächst in den Trabekeln und geben zahlreiche Zweige in die Markstränge, wo sie ziemlich central verlaufen und dringen von Innen in die Rindenknötchen. Das adenoide

Fig. 1315. Schnitt durch den *Hilus* eines kleinen, lumbalen Lymphknoten aus der Nähe des Harnleiters von *Macacus rhesus*. Pikrinsublim., Hämatox., Eosin. Vergr. 35. *a Vasa afferentia*; *ar* Arterie; *e Vasa efferentia*; *k* Kapsel; *lb* Lymphbahnen; *m* Markstränge; *rk* Rindenknötchen; *s* Rindensinus; *sk* Sekundärknötchen; *v* Venen.

Gewebe wird reichlich mit Kapillaren versorgt, die gegen die Oberfläche der Rindenknötchen und Markstränge besonders dicht liegen. Die Venen sind, wie *Calvert* hervorhebt, an den Rindenknötchen, wenigstens beim Hunde, oberflächlicher als die Arterien; beim Rinde fand *Koelliker* die oberflächlichsten Theile der Rindenknötchen sowie die Sekundärknötchen (Vakuolen) von Venen frei. Die Kapsel und die Trabekeln erhalten nur spärliche Kapillaren und die Lymphbahnen entbehren, abgesehen von einzelnen aus den Trabekeln in die Markstränge durchtretenden Aesten, der Blutgefässe vollständig.



Fig. 1316.

Die Lymphdrüsen besitzen, wie *Koelliker* zuerst bestimmt angab, regelrecht einige feine Nerven, welche mit den Arterien in das Mark eindringen. Ihr feineres Verhalten wurde mit der Methode von *Golgi* von *G. Retzius* und später von *Tonkoff* verfolgt, wobei sich ergab, dass die Arterien von Nervengeflechten begleitet sind, dass ferner Nervenfädchen in die Trabekeln treten, sowie auch in die Markstränge. Im adenoiden Gewebe der Follikel konnte *Tonkoff*, abgesehen von den Blutgefässen, keine Nerven wahrnehmen. Ganglienzellen glaubte vor vielen Jahren *Schaffner* in den Lymphknoten gesehen zu haben, sie wurden aber später von Niemanden bestätigt. Die Lymphdrüsen des Menschen und vieler Thiere (Katze, Hund, Kaninchen, Ratte, Meerschweinchen) weichen in ihrem gröberen Bau von jenen des Rindes und des Schafes nicht unerheblich dadurch ab, dass das Trabekularsystem viel weniger entwickelt ist. Auf weite Strecken fehlt zwischen den Marksträngen, ja selbst zwischen den Rindenknötchen das Trabekulargewebe oft gänzlich und die Lymphbahnen sind von allen Seiten nur von adenoidem Gewebe umgeben. Ausserdem erscheint das die Lymphbahn durchsetzende Bälkchenwerk oft so wenig scharf von dem adenoiden Gewebe abgegrenzt, dass an Schnitten von Lymphdrüsen, deren Lymphbahnen nicht injizirt sind, die Orientirung oft schwierig wird und ein sehr wirres Bild entsteht, wozu noch das häufige Zusammenfliessen der Rindenknötchen zu mehr diffus ausgebreiteten adenoiden Massen kommt (Fig. 1317). Wie in den peripheren Lymphknötchen kommen auch in den Follikeln oder Rindenknötchen, nicht aber in den Marksträngen der Lymphdrüsen Sekundärknötchen oder Keimcentren vor, die jedoch ebenso wenig, als in den Tonsillen (S. 71), den Darmlymphknötchen (S. 200) und Milzkörperchen (S. 263) konstante Gebilde, sondern nach Alter, Ernährung und wechselnden physiologischen Zuständen bald reichlich, bald spärlich vorhanden sind oder auch ganz fehlen. Dadurch wird das Bild der

Fig. 1316. Gefässe einiger Markstränge einer mit Chromblei von der Arterie aus eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen. Vergr. 100. In diesem Falle waren keine stärkeren Gefässe in den Marksträngen sichtbar. *a* Markstränge; *b* Räume, die von den Lymphbahnen und Balken eingenommen werden, die nicht dargestellt sind.

Lymphdrüsen ein ausserordentlich wechselndes und in seinen Extremen so verschiedenes, dass man leicht geneigt sein könnte, an besondere Bauverhältnisse

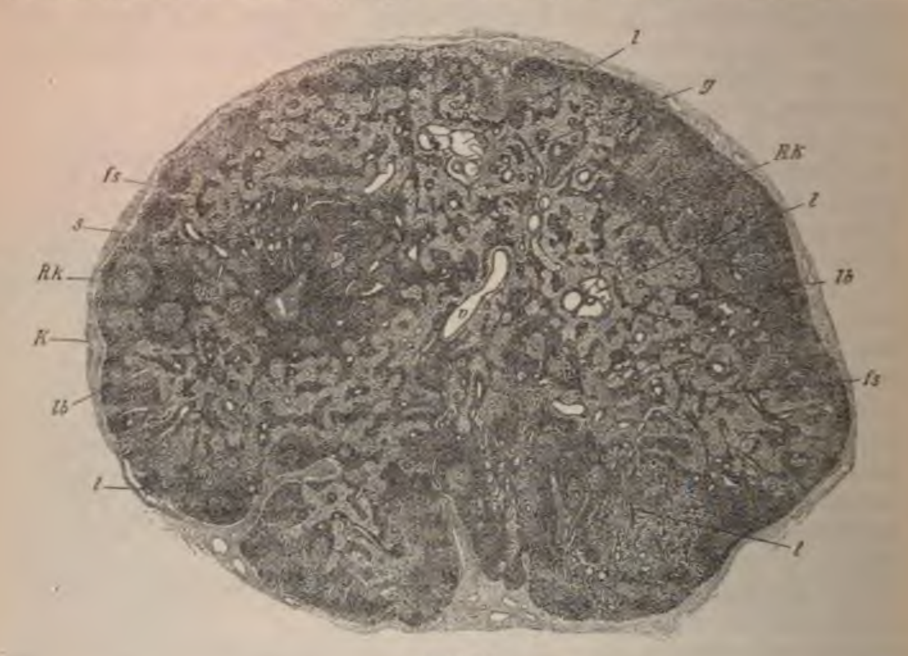


Fig. 1317.

oder selbst an pathologische Zustände zu denken, während nur eine grosse Veränderlichkeit innerhalb physiologischer Breite vorliegt.

Bezüglich der Lymphgefässe sei noch nachgetragen, dass Ein *Vas afferens* unter Theilung oft mehrere Lymphknoten versorgt und dass *Vasa afferentia* auch Aeste abgeben können, welche direkt in ein *Vas efferens* übergehen (*Teichmann*, *Toldt*). Ferner kommt es häufig vor, dass *Vasa efferentia* eines Knotens *Vasa afferentia* eines zweiten sind. *Toldt* betont ferner, dass keineswegs immer, wie gewöhnlich angegeben wird, die *Vasa afferentia* zahlreicher sind als die *Vasa efferentia*. — Die Venen der Lymphknoten bilden, wie *Koelliker* fand, durch die ganze Drüse reiche Netze und sind verhältnissmässig weit. Sie sind im adenoiden Gewebe, wie die Arterien, niemals ganz an der Oberfläche der Knötchen und Stränge, sondern stets mehr in der Tiefe; abgesehen natürlich von den wenigen Stellen, wo sie, vorzüglich am *Hilus*, in das trabekuläre Bindegewebe übertreten. Die Anordnung der Rindenknötchen ist eine ausserordentlich wechselnde. Bald bilden sie nur eine einfache Lage, bald enthält die Rinde stellenweise 2—4 Rindenfollikel übereinander (Fig. 1309). Häufig fliessen die Rindenknötchen zu mehr diffusen Anhäufungen von adenoider Substanz zusammen, in welchen nur die Sekundärknötchen als besondere, rundliche Gebilde hervortreten. In älterer Zeit wurde der ganze weichere Inhalt der Lymphknoten, also adenoides Gewebe und Lymphbahnen zusammen, als Pulpa oder Parenchym bezeichnet.

Fig. 1317. Querschnitt durch einen Lymphknoten des Halses von einem 8jährigen Knaben. Pikrinsublimat, Hämatox., Eosin. Vergr. 13. *K* Kapsel; *Rk* Rindenknötchen zum Theil mit Keimcentren; *fs* Markstränge (dunkel); die grösseren leeren Lücken *l* entsprechen ausführenden Lymphgefässen, die zum Theil Blutgefässe *g* umscheiden; *lb* Lymphbahnen (licht); *s* Lymphsinus; *t* Trabekeln; *v* Vene.

Manche Lymphdrüsen, besonders längs der lumbalen Wirbelsäule, zeichnen sich durch ihre auffallend rothe Farbe aus, welche davon herrührt, dass sich in den Lymphsinus und im Marke viele rothe Blutkörperchen und ausserdem reichlich blutkörperchenhaltige Zellen und pimenthaltige Zellen vorfinden. Sie wurden als besondere Organe, als Hämolymphdrüsen, *Glandulae haemolymphaticae* (*W. F. Robertson*, Lancet, Nov. 1890) beschrieben. Sie zeigen die wesentlichen Bauverhältnisse echter Lymphdrüsen und haben jedenfalls nichts mit der Bildung von Blutkörperchen, sondern nur mit dem Untergange von solchen zu thun. Wie *Morandi* und *Sisto* (in Atti d. R. Accad. d. Scienze di Torino Vol. 36, Marzo 1901) darlegen, wurden dieselben auch öfter für Nebenmilzen oder auch für neugebildetes Milzgewebe gehalten, mit welchem sie nur eine oberflächliche Aehnlichkeit haben. Da das Vorkommen von Blut in den Lymphbahnen (siehe unten) ein sehr häufiger Befund ist, so ist es wohl kaum gerechtfertigt, solche Lymphdrüsen als besondere Organe hinzustellen. Das wäre nur der Fall, wenn sich insbesondere die Angaben von *F. Weidenreich* (in Anat. Anz. 20. Bd., S. 188 u. 193) bestätigen sollten, welchen zufolge die Hämolymphdrüsen Organe wären, die nur in der Kapsel Lymphgefässe besitzen, während die den Lymphsinus und Lymphbahnen anderer Lymphdrüsen entsprechenden Räume ausschliesslich mit Blutgefässen in Zusammenhang stehen sollen, für welche Annahme das Vorhandensein von Blut in den Lymphbahnen keineswegs ein genügender Beweis ist.

Eigenartig sind die mesenterialen Lymphknoten des Schweines, wie *v. Recklinghausen* und *Chievitz* hervorheben und neuerdings wieder *Ranvier* bemerkt, dadurch, dass so zu sagen kein Markgewebe vorhanden ist und Follikel durch die ganzen Drüsen verbreitet und dadurch die Lymphbahnen sehr eng sind. Beim Hunde haben die Lymphknoten keinen eigentlichen *Hilus*; die Marksubstanz tritt vielmehr dort, wo die ausführenden Lymphgefässe abgehen, ganz an die Oberfläche des Organes. Im höheren Alter bilden sich die Lymphknoten beim Menschen in der Regel zurück und wandeln sich nach *Zacharow* (1891) in Fett und Bindegewebe um. Während der Laktation entstehen axillare Lymphdrüsen in grosser Zahl, die später wieder sich zurückbilden (*Stiles*, in Edinburgh med. journ. 1892). — Eigentliche Lymphdrüsen, d. h. in den Verlauf von Lymphgefässstämmen eingeschaltete, adenoide Organe scheinen eine ausschliessliche Eigenthümlichkeit der Säugethiere zu sein, da die angeblichen Lymphknoten am Halse der Vögel vielleicht der *Thymus* zuzurechnen sind. Doch glauben *Vincent* und *Harrison* (in Journ. of Anat. Physiol. Vol. 31, p. 176) beim Huhne hinter dem *Sternum* und in der Leibeshöhle, bei der Gans im *Omentum* Hämolymphdrüsen gefunden zu haben. Dagegen fehlen lymphoide Organe: Milz, *Thymus* und den peripheren Lymphknötchen in Schleimhäuten vergleichbare Bildungen auch bei niederen Wirbelthieren nicht und *Leydig* hat insbesondere bei Fischen adenoide Organe an verschiedenen Orten nachgewiesen.

Die Entwicklung der Lymphknoten ist, wie die der Lymphgefässe, schwer zu verfolgen. Erst in neuerer Zeit gab *Gulland* (in The Journ. of Pathol. and Bacter. Edinburgh 1894, Vol. 2) eine eingehende Darstellung auf Grund der Untersuchung von Serienschnitten an vielen Embryonen, die von *F. Saxer* (Anat. Hefte 6. Bd.) im Wesentlichen bestätigt wurde und die auch mit den älteren Untersuchungen von *Chievitz* in der Hauptsache übereinstimmt. An den Stellen, wo Lymphknoten sich entwickeln, treten zunächst Geflechte von Lymphgefässen auf, welche reine Endothelröhren im embryonalen Bindegewebe darstellen. Die Lymphknotenanlagen treten zugleich mit Blutgefässen als zellenreiche Klümpchen im Mesodermgewebe zwischen den Lymphgefässmaschen auf. Die embryonalen Lymphknoten legen sich an ein Lymphgefäss an, das zum Rindensinus wird, welcher zuerst ein gemeinsamer für die ganze Drüse ist. Erst sekundär wachsen Bälkchen durch den Rindensinus, welche später zur Abgrenzung von Rindenknötchen führen, während die äussere Wand des Sinus zur Kapsel sich verdickt. Die Drüse liegt dem noch ungetheilten Sinus erst seitlich an und an der, dem Sinus gegenüberliegenden Seite treten die Blutgefässe ein und aus. Der embryonale Lymphknoten stülpt also die Wand eines Lymphgefässes in ähnlicher Weise ein, wie ein embryonaler Nierenknäuel die Wand eines Harnkanälchens (vergl. Fig. 1107 S. 361). Die *Vasa efferentia* stehen zunächst mit dem Rindensinus ebenso durch Netze in Verbindung, wie die *Vasa afferentia*. Der Drüsenkörper selbst enthält anfänglich keine Lymphbahnen. Diese treten erst

spät, anscheinend — wie die ersten Lymphgefässe nach *Gulland* überhaupt — als unzusammenhängende Spalten im Gewebe auf, die sich dann vom *Hilus* aus mit den *Vasa afferentia* in Verbindung setzen, während der ursprünglich weite Zusammenhang der letzteren mit dem Rindensinus verschwindet und andererseits die im einheitlichen Drüsenkörper selbständig entstehenden Lymphbahnen auch mit dem Rindensinus und dadurch mit den in diesen eintretenden *Vasa afferentia* Verbindungen gewinnen. Bei älteren Embryonen sind bereits alle wesentlichen Theile der Lymphknoten ausgebildet, Sekundärknötchen treten jedoch erst nach der Geburt auf. — Etwas anders lauten die Angaben *Ranvier*'s (in C. R. de l'Acad. d. Sc. T. 123, p. 1038), die sich nicht auf Serienschnitte, sondern wesentlich auf Injektionen stützen. Abgesehen davon, dass *Ranvier* die Bildung der Lymphgefässe überhaupt in viel spätere Zeit verlegt (siehe S. 681), lässt er das blutreiche Klümpchen, welches die Anlage des Lymphknotens darstellt, das Lymphgefäss, in welches dasselbe hineinwächst, vollständig verlegen und verstopfen. Sekundär soll von dem peripheren Abschnitte der unterbrochenen Gefässbahn, den späteren *Vasa afferentia*, eine Sprossbildung stattfinden, welche die Lymphknotenanlage durchwächst und die Lymphsinus und Lymphbahnen bildend das adenoide Gewebe kanalisirt. Erst verhältnissmässig spät soll sich dann durch Vorwachsen der Lymphbahnen wieder eine sekundäre Verbindung mit den centralwärts führenden Lymphgefässabschnitten, den *Vasa efferentia*, herstellen, die durch den einwachsenden Lymphknoten von den *Vasa afferentia* abgetrennt waren. Wenn auch die beiderlei Darstellungen, welche auf gänzlich verschiedenen Untersuchungsmethoden beruhen, nicht ganz übereinstimmen, so darf man doch als gesichertes Resultat betrachten, dass die Lymphknoten im embryonalen Bindegewebe ausserhalb der Lymphgefässe entstehen, gerade so wie das adenoide Gewebe in Schleimhäuten, ferner, dass Lymphgefässnetze vor der Bildung der Lymphknoten vorhanden sind; die Lymphbahnen in den Lymphknoten selbst mit Ausnahme des Randsinus, aber erst sekundär auftreten. Ich selbst habe über Frühstadien von Lymphknotenentwicklung nur eine gelegentliche Erfahrung an Schnitten durch die Achseldrüsenregion eines dreimonatlichen menschlichen Embryo, an welchem klaffende, nur aus Endothelröhren bestehende Lymphgefässgeflechte zu sehen waren, in die da und dort zellenreiche, mit Blutkapillaren versehene Höcker embryonalen Mesoderms hineinragten.

§ 324.

Vom feineren Baue der Lymphknoten.

1. Die Kapsel und das Trabekulargewebe der Lymphknoten besteht aus leimgebenden Bindegewebsbündeln, welchen elastische Fasern und glatte Muskelzellen beigemischt sind. Beim Menschen sind die glatten Muskeln, namentlich an den Eintrittsstellen der *Vasa afferentia* deutlich, da diese ihre Ringmuskulatur bis an die Kapsel heran bewahren und auch mit Längsmuskeln versehen sind, welche sich in die Kapsel fortsetzen. Das Trabekularsystem, ohnehin im Ganzen spärlich, zeigt auch wenig Muskeln, die erst wieder am Hilus an den eigentlichen *Vasa efferentia* deutlich werden. Dagegen besitzen bei Thieren, namentlich beim Rinde, Schafe und Pferde die gut entwickelten, relativ dicken Trabekel, wie *O. Heyfelder* nachwies, ebenso wie die Kapsel, reichliche glatte Muskelfasern. Die elastischen Fasern der Kapsel sind beim Menschen besonders reichlich an der inneren Fläche derselben und bilden dort Netze, welche mit der elastischen Innenhaut der zuführenden Lymphgefässe in Zusammenhang sind. Aus der Kapsel treten elastische Fasern auch in die Scheidewände der Rindensinus und in die Trabekeln, in welchen sie besonders in der *Adventitia* dort verlaufender Blutgefässe sehr reichlich werden. Da und dort treten auch elastische Fäserchen in die Bälkchen der Lymphbahn, namentlich im Bereiche der Lymphsinus, wo die zuführenden Lymphgefässe durch die

Kapsel treten. In den Lymphbahnen des Markes fehlen elastische Fasern ebenso wie im eigentlichen adenoiden Gewebe. Wo die Trabekel am Hilus in die Wände ausführender Lymphgefässe übergehen, treten wieder reichlichere elastische Fasern auf, welche sich in die elastische Innenhaut der *Vasa efferentia* fortsetzen.

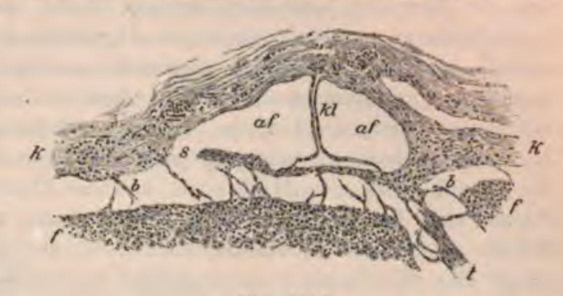


Fig. 1318.

2. Die Lymphbahnen, 22—68—90 μ weit, werden beim Rinde von Bälkchen durchsetzt, welche von der Trabekularsubstanz sich abzweigen und senkrecht zur Richtung der Lymphbahn, beziehungsweise radiär durch die Lymphsinus ziehen, dabei sich verästeln und mit benachbarten Bälkchen anastomosiren und schliesslich an der Oberfläche des gegenüberliegenden adenoiden Gewebes sich anheften oder in das Reticulum derselben sich fortsetzen. Die Bälkchen, welche die Lymphbahn durchsetzen, sind etwas stärker, als jene, die im adenoiden Gewebe sich finden und erreichen einen Querdurchmesser von 1—3 μ. Die stärkeren Bälkchen lassen deutlich eine fibrilläre Zusammensetzung erkennen und sind zum Theil zweifellose Bindegewebsbündelchen. Aus den *Vasa afferentia* setzt sich das Endothel direkt in die Lymphsinus fort und überkleidet einerseits das Trabekulargewebe, beziehungsweise die Innenfläche der Kapsel, andererseits die gegenüberliegende Fläche des adenoiden Gewebes und umhüllt wohl auch überall die Bindegewebsbälkchen, welche die Lymphbahn durchziehen. Dort, wo die Bindegewebsbälkchen sehr dünn

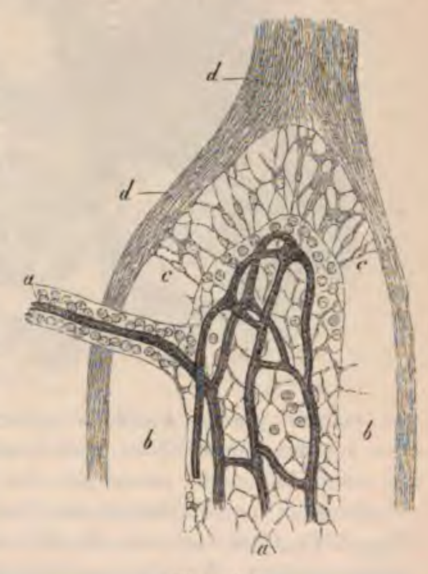


Fig. 1319.

Fig. 1318. Schnitt durch die Rinde eines Lymphknotens vom 28jährigen Manne. *Zenker's* Fl., Hämatox., Eosin. Vergr. 76. *af Vas afferens* bei *s* in einen Lymphsinus übergehend; *b* Reticulumbälkchen der Lymphsinus; *f* Oberfläche der Rindenfollikel; *k* Kapsel, bei *t* in ein Trabekularseptum zwischen zwei Rindenfollikeln sich fortsetzend; *kl* Klappe, zwei Segel derselben quer durchschnitten.

Fig. 1319. Aus der Marksubstanz einer von der Arterie mit Chromblei eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen. Ausgepinselt und 300 mal vergr. *a* Ein Markstrang, in dem das Kapillarnetz, das feine Reticulum und noch einzelne Lymphkörperchen sichtbar sind; *bb* denselben umgebende Lymphbahn, in die das überall vorhandene Reticulum nur bei *cc* gezeichnet ist. Die Lymphkörperchen der Lymphbahn sind ausgepinselt; *dd* fast ganz aus glatten Muskeln bestehende Balken, *a* ein kleiner Markstrang mit nur Einem Blutgefässe und mit Lymphzellen gefüllt.

sind, entsteht dann leicht der Anschein, als ob ein rein zelliges Balkenwerk vorhanden wäre und es kommt auch sicher der Fall vor, dass die Lymphbahn nur ein Reticulum aus sternförmigen Zellen enthält. Die Endothelzellen der Lymphbahnen in den mesenterialen Lymphknoten des Rindes sind gewöhnlich überall von Pigmentkörnchen durchsetzt, wodurch die Lymphbahn sehr deutlich von dem angrenzenden adenoiden Gewebe sich abhebt, namentlich wenn die zelligen Elemente der Lymphe, welche an Schnitten das Reticulum der Lymphbahn oft verdeckten, durch Auspinseln entfernt sind. In den Lymphbahnen der Lymphknoten des Menschen und der Affen, der Raubthiere und der Nager finden sich überwiegend rein zellige Reticula und während beim Rinde und Schafe solche eine Ausnahme bilden, ist das Umgekehrte hier der Fall. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass das Trabekulargewebe, von welchem beim Rinde die Bälkchen der Lymphbahn ihren Ausgang nehmen, beim Menschen und den genannten Thieren sehr zurücktritt und auf weite Strecken zwischen den Knötchen und Strängen des adenoiden Gewebes nur Lymphbahnen und gar keine Trabekeln sich finden. Da und dort kommen aber auch Trabekeln und mit diesen bindegewebige Reticula vor, namentlich in der Nähe des Eintrittes der *Vasa afferentia* in die Lymphsinus, aber auch da und dort in der Marksubstanz. Die rein zelligen Reticula der Lymphbahnen zeigen sehr mannigfaltige Zellformen. Bald sind es zarte, schleierartige Zellen mit feinen Ausläufern und einem feinkörnigen, durchsichtigen Protoplasma, bald ziemlich dicke Zellkörper mit stark färbbarem, fädig-körnigem Plasma, von welchen plumpe Ausläufer ausstrahlen, die sich mit solchen ähnlicher Zellen oder mit den zarten Fäden plättchenartiger Zellen in Verbindung setzen. Gegen das adenoide Gewebe grenzt sich die Lymphbahn durch eine Lage platter Zellen ab, die ebenfalls durch Fortsätze mit den Reticulumzellen in Verbindung treten, (Fig. 1321, *e*) und die als eigentliche Endothelzellen der Lymphbahn angesehen werden müssen. Wo die Lymphbahnen sehr weit sind, findet man nicht selten mitten in denselben zusammenhängende Massen von polygonalen, epithelartigen Zellen, die dicht aneinander schliessen und die von *v. Schumacher* beim Affen (*Macacus rhesus*) als Zwischengewebe beschrieben wurden und die auch beim Menschen vorkommen. Bei flüchtigem Anblicke könnte man dieses Zwischengewebe mit adenoidem Gewebe verwechseln, von welchem es indessen durch die Grösse und Form der Zellen und den Mangel einer Sonderung in Reticulum und darin eingeschlossene Zellen deutlich verschieden ist. Morpho-



Fig. 1320.

Fig. 1320. Theil eines Schnittes durch die Marksubstanz eines Lymphknoten vom 8jährigen Knaben. Vergr. 140. *LL Vasa efferentia*; *f* Markstrang mit Blutgefässen; *lb* Lymphbahn mit zelligem Reticulum; *t* Trabekel in die Wand der Lymphgefässe sich fortsetzend, die bei *w'* der Fläche nach angeschnitten ist.

logisch kann dieses Gewebe wohl nur als aus dicht aneinander gedrängten Reticulumzellen bestehend aufgefasst werden, während dasselbe funktionell Trabekulargewebe zu vertreten scheint. Da die Reticulumzellen von den Zellen, welche die Wände der eigentlichen Lymphbahn am adenoiden und Trabekulargewebe als Endothelzellen bekleiden, nicht wesentlich verschieden sind und mit denselben überall zusammenhängen, müssen sie wohl sammt und sonders als Endothelzellen betrachtet werden. Der Inhalt der Lymphbahnen ist ein sehr mannigfaltiger. Ausser den normalen Elementen der Lymphe: Lymphocyten und Leukocyten

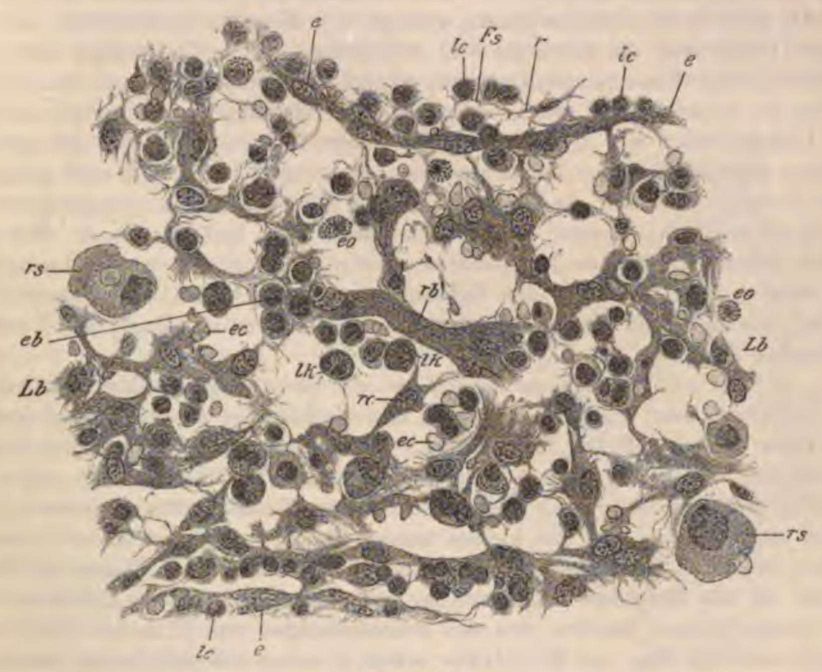


Fig. 1321.

findet man in den Lymphbahnen sehr häufig eosinophile Zellen, rothe Blutkörperchen und grosse Zellen mit einfachen oder mehrfachen Kernen, welche rothe Blutkörperchen oder andere Einschlüsse, unter welchen *v. Schumacher* auch stäbchenartige Krystalle bei *Macacus* fand, enthalten. Braune runde Körnchenzellen von 9—11 μ Durchmesser in den Lymphbahnen erwähnt *Koelliker* bereits in seiner mikr. Anatomie (II. S. 564). Diese grossen Zellen sind vermöge ihrer Fähigkeit, Fremdkörper in sich aufzunehmen, als Phagocyten zu bezeichnen. Ausser freien Phagocyten zeigen aber auch die voluminöseren

Fig. 1321. Detailbild eines Stückes der Lymphbahnen aus Fig. 1317. Vergr. 650. *Fs* Theil eines Markstranges; *Lb* Lymphbahn; *e* Endothelzellen der Lymphbahn; *eb* einkernige, Erythroblasten ähnliche Zellen; *ec* rothe Blutzellen (Erythrocyten); *eo* eosinophile Zellen; *lc* Lymphocyten; *lk* grosse Leukocyten; *r* Reticulum; *rb* Reticulumbalken; *rc* Reticulumzellen der Lymphbahn; *rs* einkernige Riesenzellen (Phagocyten), links mit einer rothen Blutzelle im Innern.

Reticulumzellen nicht selten dieselben Einschlüsse und es scheint daher wahrscheinlich, dass die freien Phagocyten wenigstens zum Theil aus Reticulumzellen hervorgehen. Es ist schon lange bekannt, dass körperliche Elemente, welche in den Lymphstrom gelangen, in den nächsten regionären Lymphdrüsen abgelagert werden und *Virchow* führt bereits in seiner Cellularpathologie an, dass bei Tättowirten die Farbstoffe (Zinnober, Kohlenpulver etc.), welche in die durch Stiche verletzte Haut eingerieben wurden, in die Lymphdrüsen gelangen und dort gleichsam abfiltrirt werden. Dasselbe ist der Fall mit dem in der Lunge eingeathmeten Russ, der, soweit er nicht im Lungengewebe selbst sich ablagerte (siehe S. 309) in die Bronchialdrüsen gelangt und dieselben dunkel färbt. *Toldt* zeigte (1868), dass die Körnchen von unlöslichem Anilinblau, welches lebenden Hunden in die *Vena femoralis* injizirt wurde, in grossen Mengen in den ästigen Zellen der Lymphbahnen der Leberlymphknoten abgelagert werden und dadurch die Lymphbahnen wie mit blauer Farbe injizirt erscheinen lassen. Die phagocytären Eigenschaften der Reticulumzellen der Lymphbahnen sind wohl geeignet, diese wichtige Funktion der Lymphdrüsen, als Filter zu dienen, wenigstens theilweise zu erklären, obwohl hierbei auch Leukocyten betheiligt sind. Was die rothen Blutzellen in den Lymphbahnen anlangt, so nimmt *v. Schumacher* an, dass sie zum Theil aus den Gefässen, namentlich Venen, der Lymphdrüsen selbst, stammen, da die zuführenden Lymphgefässe in der Regel keine rothen Blutzellen enthalten.

3. Das adenoide Gewebe (*His*) oder die cytogene Bindesubstanz (*Koelliker*) setzt die Rindenknötchen und Markstränge zusammen und besteht aus einem zierlichen Netze, Reticulum, oder vielmehr Bälkchenwerke von feinen, gewöhnlich nur wenig über 1 μ dicken Fäserchen, welche Maschen von etwa 12—20 μ Durchmesser umschliessen, an deren Knotenpunkten meistens Zellkerne sich befinden und aus kleinen runden Zellen vom Charakter der Lymphocyten, welche in den Maschen des Reticulum enthalten sind. Gegen die Oberfläche ist das Reticulum engmaschiger und wird dort von den Endothelzellen der Lymphbahnen bedeckt. Seit den Untersuchungen von *His* und *Billroth* pflegt man sich das, von *Koelliker* schon in seiner mikroskopischen Anatomie (siehe die von dort entnommene Fig. 71 I. Bd. S. 165) beschriebene Reticulum des adenoiden Gewebes dadurch sichtbar zu machen, dass man Schnitte von Präparaten, die am besten in allmählich stärker konzentrirtem Alkohol erhärtet wurden, entweder mit dem Pinsel oder durch Schütteln in einer Eprouvette mit Wasser behandelt, um die in das Reticulum eingelagerten Lymphocyten wenigstens streckenweise zu entfernen. Thut man dies nicht, so erhält man stets nur sehr unvollständige Anschauungen von dem Reticulum, das durch die massenhaften Rundzellen verdeckt wird. Die Natur des Reticulum ist bis heute Gegenstand widersprechender Auffassungen. Während lange Zeit die von *Koelliker* noch im I. Bde. d. Hdb. § 30 S. 105 festgehaltene Meinung fast allgemein angenommen und nur von wenigen, insbesondere von *Henle* (1861) bestritten war, dass das Reticulum aus sternförmigen, anastomosirenden Zellen bestehe, also ein rein zelliges Bindegewebe darstelle, wird insbesondere seit den Untersuchungen von *Bizozzero* (1872) und von *Ranvier* von vielen Forschern behauptet, dass das Reticulum aus feinen Bindegewebsbündelchen bestehe, welchen die nach Entfernung der Lymphocyten hervortretenden ästigen Zellen nur aufgelagert

seien, eine Auffassung, die in neuerer Zeit insbesondere von *Gulland* und von *Stöhr* mit Rücksicht auf die Entwicklung des adenoiden Gewebes in Schleimhäuten, welche in ursprünglich zweifellos fibrillärem, lockerem Bindegewebe erfolgt, am entschiedensten vertreten wird. Eine andere Auffassung begründete *Mall*, der die Fäserchen des Reticulum als etwas Besonderes, sowohl von leimgebenden, als elastischen Fasern, Verschiedenes hält und daher das reticulirte Gewebe als ein Fasergewebe eigener Art hinstellte, da die Fäserchen gegen Verdauungsfermente, Maceration und chemische Reagentien sich anders verhalten, als typisches, leimgebendes Gewebe. Gegenüber diesen verschiedenen Auffassungen muss vor allem betont werden, dass das netzförmige oder retikuläre Bindegewebe der Lymphdrüsen nicht überall von demselben Baue ist. Während in den Lymphdrüsen des Rindes das Reticulum grösstentheils im Sinne *Bizzozero's* und *Ranvier's* aus feinsten leimgebenden Bündelchen besteht, welchen Zellen nur aufgelagert sind, kommen in den Lymphdrüsen des Menschen und vieler Thiere, gerade so wie in den Lymphbahnen, auch rein zellige Reticula vor. Die Bälkchen der Netze der Rindenknötchen und Markstränge des Rindes lassen, trotz ihrer Feinheit, bei starker Vergrösserung an vielen Stellen eine fibrilläre Auffaserung erkennen, sie setzen sich an vielen Stellen nicht bloss an Kapillargefässen in die sogenannte *Adventitia capillaris*, sondern auch in die bindegewebige Adventitia kleiner Arterien und Venen fort und gehen hier direkt in deutliche Bindegewebsbündel über. Sie treten ferner an der Oberfläche der Knötchen und Stränge an vielen Stellen in Bindegewebsbündelchen über, welche die Lymphbahn durchsetzen. Bei Färbungsversuchen mit Pikrofuchsin färben sich die Fäserchen intensiv roth, wie leimgebende Fasern. Doppelbrechung lässt sich an einzelnen Bälkchen wegen ihrer grossen Feinheit nicht erkennen, doch ist eine solche an ausgepinselten Stellen dann zu bemerken, wenn eine grössere Zahl von Bälkchen übereinander in parallele Richtung durch Zug gebracht wurde und zwar positive Doppelbrechung, wie am leimgebenden Gewebe. Sprechen alle diese Thatsachen für die leimgebende Natur der Bälkchen, so sind auf der anderen Seite die etwas abweichenden Befunde mit Einwirkung von Verdauungsfermenten, beim Kochen u. s. w. nicht genügend, um eine besondere Faserart im Sinne von *Mall* aufzustellen. Da Bindegewebsbälkchen häufig von elastischen Grenzhäutchen bedeckt sind, die auch an dickeren Bündeln nicht immer leicht nachzuweisen sind und oft nur beim Quellen in Säuren und Alkalien



Fig. 1322.

Fig. 1322. Durch Ausschütteln freigelegtes Reticulum eines Schnittes von einem Rindenknötchen einer Mesenterialdrüse des Rindes. Alkoholhärtung, Färbung nach *Van Gieson* Vergr. 530. *b* Bindegewebsbälkchen zum Theil an die Blutkapillaren sich anlegend; *c* Blutkapillaren; *z* Bindegewebszellen, von den Bindegewebsbälkchen abgelöst.

(umschnürte Bündel des lockeren Bindegewebes) erschlossen werden können, so scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass die Reaktionen der Reticulumfasern, welche mit jenen von reinem, leimgebendem Gewebe nicht ganz übereinstimmen, theilweise von der Anwesenheit einer feinen elastischen Oberflächenschicht herrühren. Dazu kommt noch, dass unzweifelhaft Bindegewebszellen den Bälkchen des Reticulum innig anliegen und dieselben förmlich umhüllen, ein Umstand, der früher die Aufstellung der rein zelligen Struktur des retikulären Bindegewebes veranlasste und für sich allein die mit gewöhnlichen Bindegewebsbündeln nicht übereinstimmenden Reaktionen der Bälkchen erklären kann. Die den Bälkchen aufliegenden Zellen lassen sich an Präparaten, die in verdünntem Alkohol lagen, mitunter ablösen und erscheinen dann als flache ästige Gebilde. Nach alldem scheint mir die Auffassung berechtigt, dass das netzförmige Bindegewebe der Lymphdrüsen beim Rinde und stellenweise auch beim Menschen im kleinsten ähnlich gebaut ist, wie die Balken des Subarachnoidalgewebes, oder das Omentum im Grossen; nämlich Bindegewebsbündel, welche von Zellen eingescheidet werden. Bei der grossen Feinheit der Bindegewebsbündelchen ist es nur ein Schritt zu einem wirklich zelligen Reticulum, also zu Netzen, welche nur aus Zellen und ihren Ausläufern bestehen, die überhaupt keine leimgebende Substanz abgeschieden haben. So wie nun in den Lymphbahnen, so kommen auch im eigentlichen adenoiden Gewebe beim Menschen und bei vielen Thieren vorherrschend rein zellige Reticula vor.

Der zweite Hauptbestandtheil des adenoiden Gewebes sind die in den Maschen des netzförmigen Bindegewebes eingelagerten Zellen. Dieselben sind an den meisten Stellen kleine, 6—9 μ grosse, rundliche Elemente mit relativ grossen (4—6 μ) Kernen und wenig Protoplasma, die oft fast wie nackte Kerne sich darstellen und jenen Elementen der Lymphe und des Blutes gleichen, welche als Lymphocyten (siehe § 326) bezeichnet werden. An nicht ausgepinselten Schnitten unterscheiden sich die Kerne der Zellen des Reticulum durch ihre Grösse, welche 6—8 μ beträgt und durch ihre geringere Färbbarkeit und meist elliptische Gestalt von den runden, stark färbbaren Lymphocytenkernen. Andere Elemente sind im Ganzen selten und finden sich in grösserer Menge nur in den durch *His* als Vakuolen, durch *Flemming* als Sekundärknötchen oder Keimcentren bekannten Bildungen, von welchen bereits wiederholt die Rede war, deren Bau jedoch noch eingehend zu schildern ist. Wie im adenoiden Gewebe der Tonsillen, der Lymphknötchen des Darmes und der Milz sind auch in den Follikeln der Lymphknoten die Sekundärknötchen keineswegs regelmässig vorkommende Bildungen und können bald ganz fehlen, bald, besonders bei jungen Thieren, fast in jedem Follikel sich finden und oft einen Durchmesser von 1 mm und darüber, in anderen Fällen nur den Durchmesser weniger Zellen erreichen. Die grössten Sekundärknötchen nehmen fast den ganzen Umfang eines Follikels ein und sind an ihrer Oberfläche gegen die Lymphsinus nur von einer dünnen Schicht typischen, adenoiden Gewebes bedeckt. Die Sekundärknötchen sind am frischen Objekte etwas durchsichtigere und weichere Gebilde, als das umgebende Gewebe und an Schnitten fixirter Objekte, an welchen die Kerne gefärbt sind, erscheinen sie ebenfalls heller und zwar deshalb, weil die Kerne in den Keimcentren durchschnittlich grösser, weniger färbbar und weiter von einander entfernt sind, als in dem unmittelbar anstossenden Gewebe, das

besonders zahlreiche, dicht gedrängte, kleine Lymphocyten zeigt, deren Kerne sich überdies viel intensiver färben. Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man, dass auch in den Sekundärknötchen neben zahlreichen, protoplasmareichen Zellen, (Leukocyten), deren Kerne 8—12 μ Durchmesser erreichen und ein lockeres Chromatingerüste zeigen, auch kleine Lymphocyten mit 4—6 μ grossen Kernen

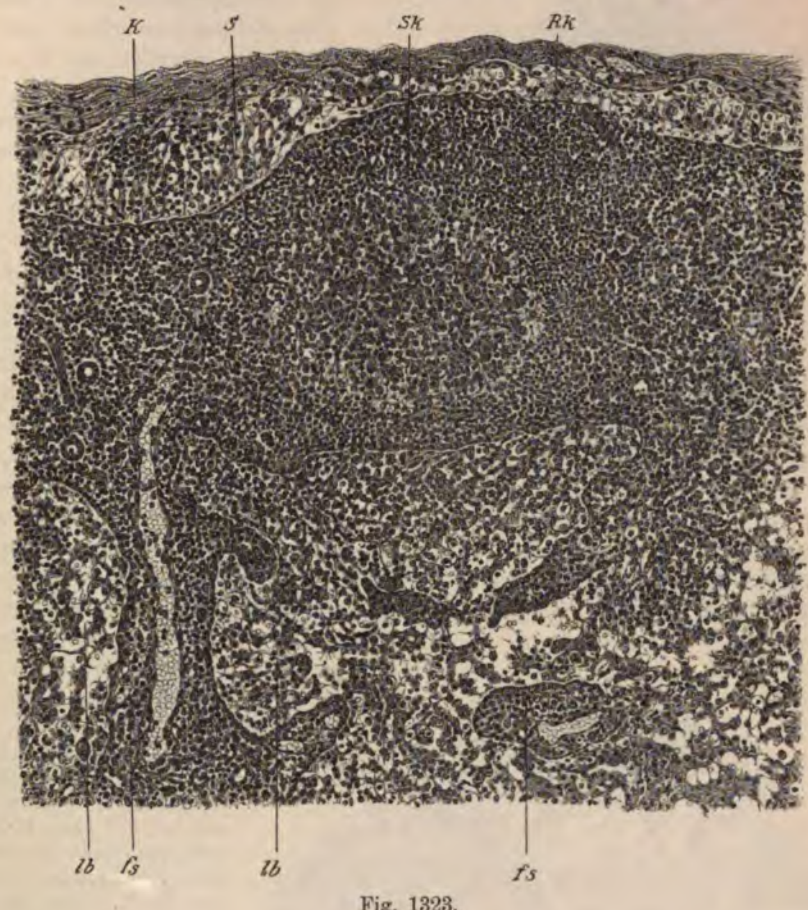


Fig. 1323.

und dichtem Chromatingerüste vorkommen. Das Reticulum der Sekundärknötchen ist im Wesentlichen von derselben Beschaffenheit, wie im übrigen adenoiden Gewebe, doch sind die Maschen im Ganzen weiter und die Bälkchen oft auffallend breit. Die Blutkapillaren sind reichlich und zartwandig und wie Injektionsversuche lehren, treten gerade an diesen Kapillaren besonders leicht Extravasate auf (*C. Toldt*). Grössere Gefässe sind in voll entwickelten Sekundärknötchen im Ganzen selten. Was die Sekundärknötchen besonders auszeichnet,

Fig. 1323. Detail eines Theiles der Oberfläche von dem in Fig. 1317 abgebildeten Schnitte. Vergr. 120. *K* Kapsel; *RK* Rindenknötchen mit *SK* Sekundärknötchen; *S* Lymphsinus; *fs* Markstränge mit Blutgefässen; *lb* Lymphbahnen.

ist, wie *Flemming* (in Arch. f. mikr. Anat. 24. Bd. 1884) entdeckte, das Vorkommen zahlreicher Mitosen in denselben, weshalb er sie als Keimcentren bezeichnete. Zwar finden sich Mitosen auch da und dort überall im adenoiden Gewebe, sowie auch in den Lymphbahnen; allein in den Sekundärknötchen sind sie besonders zahlreich und es muss daher angenommen werden, dass hier die Neubildung von Zellen in erhöhtem Maasse stattfindet. Es hat sich eine Diskussion darüber entsponnen, ob die Mitosen wirklich Leukocyten angehören, oder ob vielleicht, wie *Ribbert* und *Baumgarten* annehmen, dieselben nur Endothel- und Reticulumzellen betreffen. Es ist nun kein Zweifel, dass auch Reticulumzellen Mitosen zeigen und dass es unter Umständen schwer ist, an Schnitten zu entscheiden, ob eine Mitose einer solchen oder einer in den Maschen des Reticulum gelegenen Zelle angehöre. Ich muss jedoch der Behauptung *Flemming*'s beistimmen, dass in vielen Fällen frei in den Maschen liegende Zellen Mitosen zeigen. Dagegen konnte bisher noch nicht entschieden werden, ob, wie



Fig. 1324.

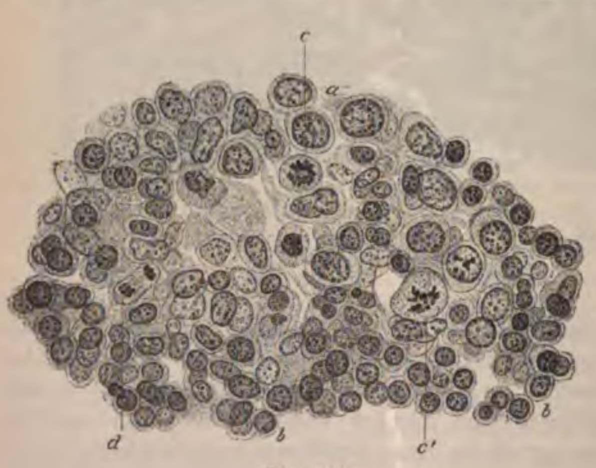


Fig. 1325.

Fig. 1324. Schnitt von einem mesenterialen Lymphknoten vom Erwachsenen. Theil eines Rindenknötchens mit Keimcentrum. Pikrinsublim., Hämatox., Eosin. Vergr. 325. *K* Kapsel; *Kc* Keimcentrum mit mannigfaltigen Kernformen, zum Theil degenerirenden Kernen und Zellen mit tingiblen Körpern *t*; *l* Lymphocyten in Reihen geordnet; *s* Lymphsinus.

Fig. 1325. Mitosen von einem Schnitte durch ein Keimcentrum eines Rindenknötchens derselben Lymphdrüse wie Fig. 1324. Pikrinsublim., Hämatox., Eosin. Vergr. 700. *a* Grosse einkernige Leukocyten; *b* kleine Leukocyten (Lymphocyten), besonders zahlreich nach unten an der Grenze des Keimcentrum; *c* Mutterstern Aufsicht; *c'* Umordnung (Metaphase); *d* Diaster im Profil.

Ribbert annimmt, in letzter Linie alle in den Maschen des Reticulum liegenden Zellen — die Lymphocyten — von fixen Gewebezellen abstammen, oder ob dieselben, wie *Baumgarten*, *Gulland* und *Stöhr* glauben, aus dem Blute kommen. Die unmittelbar an die Keimcentren sich anschliessenden Lagen von Lymphocyten erscheinen wie durch einen vom Keimcentrum ausgehenden Druck an einander gedrängt und zeigen häufig in zwei bis fünf Lagen eine zur Oberfläche des Keimcentrums konzentrische Anordnung (Fig. 1324). Dementsprechend zeigt auch das Reticulum hier eine mehr blätterige Beschaffenheit mit tangential lang gezogenen und radiär zusammengepressten Maschen. In den Leukocyten der Keimcentren kommen, wie ebenfalls *Flemming* zuerst fand, häufig rundliche oder ellipsoidische oder unregelmässige, doch nicht eckige Körner von wechselnder Grösse bis nahezu zur Grösse eines Zellkernes vor, welche sich in Kerntinktionsmitteln färben und nicht selten eine hellere Mitte erkennen lassen. *Flemming* nannte sie tingible Körper. Sie scheinen auch da und dort frei zwischen den Zellen zu liegen. Ausserdem kommen in den Zellen der Keimcentren auch Fetttröpfchen und Pigmentkörnchen zur Beobachtung. Obwohl tingible Körper ebenso, wie Fett- und Pigmentkörnchen in voll vegetirenden Keimcentren sich finden, so erscheint doch nicht ausgeschlossen, dass diese Vorkommnisse auf vorausgehende Degenerations- und Rückbildungsprozesse zu beziehen sind, da ja die Keimcentren keine unveränderlichen, ständigen Organe sind. In vielen Lymphknoten findet man nur vereinzelte Keimcentren und häufig solche, in welchen Mitosen fehlen oder sehr spärlich sind und welche ferner dadurch auffallen, dass sie relativ dicke Stränge von fibrillärem Bindegewebe oder homogene Klumpen und Schollen von hyaliner Substanz enthalten. Daneben kommen Leukocyten mit mannigfaltigen Einschlüssen und auch Zellen vor, deren Kerne Degenerationserscheinungen zeigen, indem das Chromatin zu stark färbbaren Klümpchen sich an der Kernmembran ballt, ferner grössere Phagocyten, ja selbst wirkliche Riesenzellen mit polymorphen oder mehrfachen Kernen. Solche Bilder dürfen wohl nur auf Rückbildungen und Degenerationsvorgänge in den Keimcentren bezogen werden und es scheint nicht unwahrscheinlich, dass die tingiblen Körper *Flemming*'s von Kernen zerfallender Leukocyten oder anderer Zellen herrühren, welche karyolytisch zu Grunde gegangen sind und dass ebenso die anderen Einschlüsse, welche man in den Zellen voll vegetirender Keimcentren findet, theilweise von vorausgegangenen Degenerationsvorgängen herrühren; das Pigment wohl auch von rothen Blutzellen, welche so häufig als Einschlüsse von Phagocyten in Lymphknoten sich finden. Die Rindenknötchen mit voll entwickelten Keimcentren zeigen häufig an ihren den Lymphsinus zugekehrten Seitenflächen, an gut fixirten Präparaten, eine unscharfe Begrenzung, indem zahlreiche Lymphocyten, welche die Lymphbahn erfüllen, dicht gehäuft an der Oberfläche der Rindenknötchen liegen und das Endothel verdecken, während im Bereiche der Markstränge fast überall das adenoide Gewebe durch die Endothelschicht von der Lymphbahn scharf abgegrenzt erscheint. Es scheint demnach eine reichliche Durchwanderung von Lymphocyten aus der Rindenzone der Keimcentren zwischen den Endothelzellen der Lymphbahn hindurch in die Lymphbahnen stattzufinden. An Rindenknötchen, welche der Keimcentren entbehren, ist die Oberfläche, wie an den Marksträngen, schärfer gegen die Lymphbahn abgegrenzt.

Indem ich mit Bezug auf die Angaben älterer Forscher über den Bau der Lymphdrüsen auf *Koelliker*'s Mikr. Anat. II. 2. S. 539, 544 und die ausführliche geschichtliche Einleitung in der Arbeit von *H. Frey* verweise, seien hier nur kurz die wichtigsten seit der Mitte des 19. Jahrhunderts über diese Organe gemachten Erfahrungen besprochen. Im Jahre 1850 wurde von *Ludwig* und *Noll* zuerst gezeigt, dass die *Vasa lymphatica afferentia* nach dem Eintreten in die Drüse als solche aufhören und in ein System von zusammenhängenden Hohlräumen einmünden, die, gestützt von einem faserigen Balkennetze und mit zelligen Elementen gefüllt, die ganze Drüse durchziehen. Aus denselben Hohlräumen lassen *Ludwig* und *Noll* auf der anderen Seite die *Vasa efferentia* entspringen, und nehmen sie diesem zufolge an, dass die genannten Hohlräume in den Drüsen die Lymphgefässe ersetzen und die Lymphe beständig durch sie hindurchsickere. Hierauf zeigte *Koelliker* im Jahre 1852, dass die genannten Hohlräume nicht einfach als Erweiterungen der Lymphgefässe, gefüllt mit einer zellenreichen Lymphe, aufgefasst werden können, indem er ein reiches Blutgefässnetz in denselben nachwies, worauf er den Inhalt derselben als besonderes Drüsenelement der Lymphgefässe auffasste, obschon zugebend, dass die Elemente desselben immerwährend in die *Vasa efferentia* übergehen. Vervollständigt wurden diese Angaben durch die im Jahre 1853 von *Donders* und *Koelliker* gemachte Entdeckung des Reticulum im Innern der Alveolen. Nachdem so durch *Ludwig* und *Noll*, *Donders* und *Koelliker* die Anatomie der Lymphdrüsen in ihren Grundzügen festgestellt war, wurde dieselbe dann noch wesentlich vervollständigt durch *Brücke*, und erhielt endlich, man kann wohl sagen, ihre Vollendung durch eine gemeinschaftliche Untersuchung von *His* und *Billroth*, und vor allem durch selbständige Arbeiten von *His* und von *Frey*. *Brücke* hat in seinen in die Jahre 1853 und 1854 fallenden Arbeiten zuerst die Mark- und Rindensubstanz der Drüsen unterschieden und auch die erstere, wenn auch noch unvollkommen, doch im Ganzen richtig als ein Netz von Lymphgängen in einem zarten Bindegewebe geschildert. Die wichtigste Beobachtung ist aber die, dass die Lymphe nicht einfach den Inhalt der Rindenalveolen, wenn auch langsam, durchfliesse, wie *Ludwig*, *Noll* und *Koelliker* angenommen hatten, sondern nur an der Oberfläche derselben und um dieselben herum gegen das Mark ströme, weshalb man an mit Chylus gefüllten Drüsen den weissen Saft nur in Gestalt von Streifen um den Inhalt der Alveolen herum findet.

Zu den späteren Untersuchungen übergehend, ist zuerst der gemeinsamen Untersuchungen von *His* und *Billroth* zu gedenken (s. *Billroth* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. S. 62 und Beitr. z. pathol. Hist. S. 126—128 u. 135, und *His* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X. S. 333). Nachdem *Koelliker* schon früher ausgewaschene und zerzupfte Schnitte der Lymphdrüsen zur Untersuchung der Gewebe derselben verwendet hatte (Mikr. Anat. II. 2 S. 530), vervollkommnete *His* dieses Verfahren durch die Anwendung eines feinen Pinsels zur Entfernung der zelligen Elemente, und gelang es ihm und *Billroth*, an ausgepinselten Schnitten die ersten genauen Beobachtungen über das Reticulum der Drüsensubstanz in der Rinde und im Marke, sowie über dasjenige der Lymphgänge anzustellen, was zur ersten genauen Untersuchung der wesentlichen Bestandtheile der Rinde und des Markes und zur Feststellung ihrer wechselseitigen Beziehungen Veranlassung gab. So blieb fast nichts mehr übrig, als diese Untersuchungen im Einzelnen weiter auszuführen und durch Einspritzungen der Blut- und Lymphgefässe zu vervollständigen, eine Aufgabe, der sich dann *His* und *H. Frey* in besonderen gleichzeitigen und unabhängig von einander angestellten Untersuchungen unterzogen, welche den Bau der Lymphknoten in der Hauptsache ins Klare brachten. Die Arbeiten beider dieser Forscher stimmen in den meisten Punkten in erfreulicher Weise überein, doch blieben immerhin einige Differenzpunkte, zu welchen *Koelliker* (5. Aufl. d. Hdb.) auf Grund eigener Untersuchungen Stellung nahm.

Was zuerst die Markstränge anlangt, so schildert *Frey* dieselben als Röhren (Lymphröhren) mit einer wasserhellen, manchmal längsstreifigen, feinen Umhüllungshaut und Lymphkörperchen und Blutgefässen im Innern, *His* dagegen schreibt denselben vollkommen den nämlichen Bau zu, wie der Drüsensubstanz der Rinde oder *Koelliker*'s Rindenknoten. *Koelliker* giebt *His* vollkommen Recht und empfiehlt vor allem die *Markstränge* des Ochsen (s. Fig. 1319), um das Reticulum derselben zur Anschauung *zu bringen*, dessen Netze ebenfalls meist kernlos sind, doch gelinge es auch beim *Menschen* und Kaninchen, dasselbe zur Anschauung zu bringen. Von diesem Reticulum

werde nun auch, wie bei den Rindenknoten, die Begrenzungsschicht der Markstränge gebildet, die hier ebenso wenig wie dort eine zusammenhängende Haut darstellt. Uebrigens giebt auch *Frey* an, dass die Markstränge aus den Rindenknoten entspringen, denen er ebenfalls eine Umhüllungshaut abspricht.

Das Gewebe zwischen den Marksträngen oder der Inhalt der Lymphbahnen des Markes besteht nach *His* aus einem lockeren, von kernhaltigen Zellen gebildeten Reticulum und einem Inhalte, von dem *His* nur sagt, dass er viel leichter sich auspinseln lasse, als aus der Drüsensubstanz selbst. Unzweifelhaft deutet jedoch auch *His* denselben als zellenhaltige Lymphe, obschon er über die Menge der Zellen nirgends sich äussert. *Frey* fasste früher abweichend von *His* die Elemente des Reticulum der Lymphsinus, seine „intrakavernösen Zellennetze", wenigstens einem guten Theile nach als Hohlgebilde auf, welche mit den Höhlungen der Markstränge zusammenhängen und wie diese unter Umständen auch Lymphe aufnehmen. In ähnlicher Weise deutete *Frey* auch das Reticulum der Lymphsinus der Rinde als hohle Verbindungsbahnen der Rindenknoten. *Koelliker*, der das Reticulum der Lymphsinus beim Ochsen und Menschen sorgfältig untersuchte, schloss sich vollständig an *His* an, was später auch von *Frey* geschehen ist, der seine früheren Annahmen zurückgenommen hat (Gewebel. 2. Aufl.). *Koelliker* findet in diesem Reticulum entschieden nichts als Bindegewebskörperchen (Bindegewebszellen), die wohl mit dem Reticulum der Drüsensubstanz (der Rindenknoten und Markstränge), nicht aber mit den die Lymphkörperchen beherbergenden Zwischenräumen derselben zusammenhängen. Aehnlich sprach sich auch *W. Müller* aus, nur dass er an den Elementen des Reticulum zartere und dichtere Theile unterschied und in die ersteren eine Bildung von Lymphzellen verlegt, ohne, wie *Koelliker* meint, diese Aufstellung hinreichend zu begründen. — Aus den umfassenden Untersuchungen *Frey's* an vielen Geschöpfen geht übrigens wohl sicher hervor, dass die Zellen des fraglichen Reticulum in Grösse und Gestalt sehr wechseln und unter Umständen auch als grössere Gebilde mit mehrfachen Kernen vorkommen. — Den Inhalt der Lymphsinus in den Maschen ihres Reticulum betont *Frey* mehr als *His*, und *Koelliker* sagt ebenfalls, dass derselbe stets sehr zellenreich sei, so dass an nicht ausgepinselten feinen Schnitten die Lymphsinus häufig gar nicht von der Drüsensubstanz sich unterschieden, andere Male nur als etwas weniger helle Säume erschienen. Richtig sei dagegen, dass diese Zellen äusserst leicht sich auswaschen lassen.

Das Reticulum der Lymphdrüsen ist nach *Koelliker* unzweifelhaft ein Netz von Bindegewebskörperchen, doch seien, wie schon *Billroth* angiebt, die Kerne der Zellen in der Regel in der Drüsensubstanz geschwunden und nur in den Lymphsinus erhalten. Indessen habe er auch bei erwachsenen Geschöpfen in der Drüsensubstanz in vielen Fällen da und dort die Kerne ganz deutlich gesehen, und bei jungen Thieren sie zahlreich gefunden. Eine faserige Zwischensubstanz (Bindegewebe) komme in gesunden Drüsen ausgewachsener, aber jüngerer Geschöpfe im Bereiche des Reticulum nicht oder gewiss nur an ganz beschränkten Stellen vor, dagegen sei eine solche in entarteten Drüsen oder bei älteren Geschöpfen oft in Menge vorhanden und müsse als Neubildung aufgefasst werden. In solchen Fällen sehe man recht deutlich, dass dieselbe stets in erster Linie als Beleg um die Zellen auftrete, wie dies auch *His* und *Frey* angeben, und erhalte man oft Bilder, welche für eine unmittelbare Umbildung der Zellen des Reticulum in Bindegewebsbündel zu sprechen scheinen, die jedoch sicher nicht in diesem Sinne zu deuten seien. — Nach *Koelliker's* Erfahrungen trete diese Bindegewebsumbildung vor allem leicht um die Zellen des Reticulum der Lymphsinus auf, fehle jedoch auch in der eigentlichen Drüsensubstanz nicht.

Die Frage über die Natur des Reticulum trat in ein neues Stadium durch die sorgfältigen Untersuchungen *Bizzozero's*, welcher vor allem für die Bälkchen, welche die Lymphbahn durchsetzen, aber auch für die eigentlichen Reticula der Lymphknötchen und Markstränge das ausgebreitete Vorkommen von wirklichen Bindegewebsbälkchen nachwies, welchen Zellen nur oberflächlich anliegen; Angaben, die fast gleichzeitig durch *Ranvier* eine Bestätigung fanden. Von der Richtigkeit der Angaben der genannten Forscher, dass es sich bei den gut ausgebildeten Formen der Reticula um selbständige, nicht zellige Fasern handle, überzeugte sich die Mehrzahl der späteren Untersucher, es tauchte aber nun die Frage auf, ob den Netzen leimgebende Fäserchen, oder Fäserchen besonderer Art zu Grunde liegen. *F. Mall* (in Abh. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss.

17. Bd. 1891) glaubte auf Grund eingehender Untersuchungen letzteres behaupten zu müssen und stellte daher die Fasern des „retikulirten Gewebes" als verschieden von den leimgebenden und von den elastischen Fasern hin. *A. Young* (in The journ. of physiol. T. 13, p. 382) konnte jedoch aus dem retikulären Bindegewebe durch Kochen Leim gewinnen. Nach *M. Siegfried*'s Untersuchungen über die chemischen Eigenschaften des retikulirten Gewebes (Leipzig 1892, Diss.) besteht dasselbe aus Collagen und einem neuen, unlöslichen Proteinkörper, den er Reticulin nennt. *Siegfried* führte seine Untersuchungen an der Darmschleimhaut des Schweines aus, deren adenoides Gewebe mit jenem der Lymphknoten nicht völlig übereinstimmt. Allein abgesehen davon, kann das Resultat der chemischen Analyse nicht beweisen, dass das Gemisch von Reticulin und Collagen als solches morphologisch, in Form von Fasern vorhanden ist; es liegt viel näher das Reticulin, das nach Behandlung der Darmschleimhaut mit Pancreatin, Wasser, Alkohol und Aether und Entfernung des Leimes durch Kochen in Wasser, zurückbleibt, als Rest der Reticulumzellen, Blutkapillaren etc. anzusehen. *H. Hoyer* (in Arch. f. mikr. Anat. 34. Bd.) und *E. Hoehl* (in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1897) haben mittelst der Verdauungsmethode collagene zellenfreie Bälkchen, letzterer an Schnitten, dargestellt. *Hoehl* glaubt allerdings wie sein Lehrer *Spalteholz* theilweise besondere Fasern im Sinne *Mall*'s annehmen zu sollen. Von neueren Untersuchern hat *Demoor* (in Arch. de Biol. T. 13, p. 1) das ausschliessliche Vorkommen zelliger Reticula vertheidigt, doch begnügte sich derselbe mit der Herstellung feinster Schnitte fixirter Präparate, deren Untersuchung für sich allein die aufgestellte Behauptung nicht rechtfertigen kann. Immerhin muss zugegeben werden, dass neben collagenen Reticulumbälkchen auch rein zellige, oft in grösserer Verbreitung vorkommen, wie zuerst *Lodi* (1876) gegen *Bizzozero* feststellte. — In der Erkenntniss der Vorgänge an den in den Maschen des Reticulum gelegenen Zellen wurde der wichtigste Fortschritt durch die Arbeiten von *Flemming* und seinen Schülern (in Arch. f. mikrosk. Anat. 24. Bd.) gewonnen. Zwar war man schon lange der Meinung, dass in den Lymphknoten Leukocyten (Lymphkörperchen) gebildet und durch die Lymphe dem Blute zugeführt werden und *Koelliker*, *Brücke* u. A. konnten dafür die Thatsache geltend machen, dass die Lymphe, welche noch keine Drüsen passirt hat, klar und arm an Zellen in den *Vasa afferentia* sei; dagegen oft auffallend trüb und zellenreich in den *Vasa efferentia*. Doch fehlte der direkte Beweis der Neubildung von Lymphzellen in den Lymphknoten, welcher durch die Auffindung zahlreicher Mitosen in den Keimcentren durch die citirten Arbeiten geliefert wurde. Wie übrigens *v. Schumacher* (in Arch. f. mikr. Anat. 54. Bd.) mit guten Gründen, namentlich auch durch vergleichende Zählungen der Blutkörperchen des Blutes der Arterien und Venen der Lymphknoten vertheidigt, gehen in den Lymphknoten Lymphzellen auch direkt in die Venen über, ohne den Umweg durch die Hauptlymphstämme zu machen. Die Fähigkeit der Venen der Lymphknoten, Lymphzellen aufzunehmen, ist auch geeignet, die eigenthümliche von *Koeppe* (in Arch. f. Anat. u. Phys. 1890 Suppl.) aufgefundene Thatsache zu erklären, dass Unterbindung der zu- und abführenden Lymphgefässe beim lebenden Hunde nach einiger Zeit eine bedeutende Verkleinerung der Lymphknoten unter Verminderung der Zellen des adenoiden Gewebes zur Folge hat. — Die Keimcentren waren schon von *His* als „Vakuolen" in den Rindenknötchen erwähnt und von *Koelliker* bestätigt worden und *Armauer Hansen* (1871) bemerkte bereits die dichtere Anhäufung der Zellen an der Oberfläche der Alveolen und das unbeständige Vorkommen der letzteren. Die Mitosen in den Keimcentren sind namentlich mit Hilfe des starken *Flemming*'schen Chrom-Osmium-Essigsäuregemisches und Saffraninfärbung leicht aufzufinden. Die tingiblen Körper *Flemming*'s sowie andere Vorkommnisse in den Keimcentren sind Gegenstand vielfacher Untersuchungen geworden. *Flemming* selbst hat sich über die Herkunft derselben nicht bestimmt ausgesprochen, dagegen haben viele spätere Untersucher, die bereits S. 200 u. 263 (Darmlymphknötchen, Milzkörperchen) angeführt wurden, das Hervorgehen der tingiblen Körper aus degenerirenden Leukocytenkernen bestimmt behauptet. Eigenartig ist die namentlich in den Keimcentren nicht selten zu beobachtende starke Verdickung der Endothelzellen in Blutkapillaren und kleinen Venen, welche *Thomé* und *v. Schumacher* (l. c.) beschreiben und welche mit der besonderen Funktion der feinen Blutgefässe, rothe und weisse Blutzellen leicht durchtreten zu lassen, in Zusammenhang sein dürften. Dieselbe Eigenthümlichkeit des Gefässendothels sah *Weidenreich* (l. c.) auch in den Kapillaren der

„Blutlymphdrüsen", ja hier fand derselbe sogar mehrfach geschichtete Zelllagen die Gefässwand bilden.

Ueber die Beziehungen der *Vasa efferentia* zur Marksubstanz verdanken wir die ersten genauen Angaben *Frey*. Diesem Forscher gelang es, in einer gewissen Zahl von Fällen beim Menschen, dem Hunde, der Katze und dem Kaninchen von den *Vasa efferentia* aus die Lymphdrüsen einzuspritzen, und an solchen Organen ergab sich dann ein ähnliches Verhalten der feinsten Verästelungen der ausführenden Gefässe zu den Lymphsinus, wie *Koelliker* dasselbe ebenfalls wahrgenommen und beschrieben hat. *Frey* vermisste an allen feineren Verästelungen der *Vasa efferentia* eine besondere Wand, während *Koelliker* beim Ochsen bestimmt noch an ganz feinen Aesten eine bindegewebige Wand gesehen und auch beim Menschen, wenigstens in den Inguinaldrüsen, dasselbe wahrgenommen hat. Es scheinen somit in dieser Beziehung bei verschiedenen Thieren Unterschiede vorzukommen. Die Netzbildungen der *Vasa efferentia*, die *Koelliker* beim Menschen und Ochsen in so ausgezeichneter Weise antraf, erwähnt *Frey* ebenfalls nicht, wohl aber hat *Teichmann* dieselben gesehen, dessen Untersuchungen im Allgemeinen mit denen von *Frey* und *His* übereinstimmen. Eigenthümlich ist die Angabe dieses Forschers, dass einzelne, namentlich die kleinen Lymphdrüsen, nichts als Knäuel oder Wundernetze von Lymphgefässen seien, mit anderen Worten, dass die *Vasa afferentia* und *efferentia* unmittelbar durch reichliche Lymphgefässnetze zusammenhängen. *Koelliker* konnte diese Angabe nicht bestätigen, doch hat er allerdings beim Menschen äussere Lymphdrüsen gesehen, in denen das Drüsengewebe aus einer einzigen Reihe von oberflächlichen Knötchen bestand und die Marksubstanz ganz fehlte. In diesem Falle entsprangen die *Vasa efferentia* unmittelbar aus Lymphsinus an der tiefen Seite der Rindenknoten, und wurde das ganze Innere der Drüse von einem Geflechte feinerer und gröberer Lymphgefässe eingenommen. Diesem zufolge hält *Koelliker* es nicht für unmöglich, dass es Drüsen giebt, in denen auch jene dünne Rindenschicht fehlt, und will er, da *Teichmann* solche Drüsenformen mit der Entwicklung der Lymphdrüsen in Zusammenhang bringt, daran erinnern, dass *Engel* schon vor längerer Zeit angegeben hat, dass die Lymphdrüsen ursprünglich nichts als Lymphgefässplexus seien, was in den oben angeführten Untersuchungen *Gulland*'s (S. 697) über die Entwicklung der Drüsen eine Bestätigung findet. Doch darf nicht vergessen werden, dass auch stark rückgebildete Drüsen, bei welchen das eigentliche adenoide Gewebe bis auf Spuren geschwunden ist, einen ähnlichen Anblick bieten können.

Von den Lymphsinus im Innern der Drüsen hat *v. Recklinghausen* zuerst angegeben (die Lymphgefässe etc. S. 88), dass dieselben nach Silberbehandlung an ihrer Innenfläche ein Epithel (Endothel) von mehr polygonalen Zellen zeigen, und *His* hat dann später diese Angaben insofern bestätigt (Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. S. 469) als es ihm beim Rinde, Kalbe und Kaninchen gelang, die fraglichen Endothelzellen wenigstens in den die Rindenknoten umgebenden Sinus nachzuweisen, nicht aber in den Lymphbahnen des Markes. *Koelliker* hat bei Injektion der Lymphdrüsen des Ochsen mit Silber und Leim das Endothel der *Vasa afferentia* und *efferentia* und der Sinus der Rindensubstanz mit Leichtigkeit nachzuweisen vermocht, ist jedoch mit Bezug auf die Marksubstanz ebenfalls zu keiner sicheren Entscheidung gelangt. Die Endothelzellen der Sinus um die Rindenknoten messen hier 60—80 μ und gleichen ganz den aus den Darmzotten des Kalbes (s. Fig. 1304).

v. Recklinghausen (in *Stricker*'s Handb.) hatte auf Grund von Silberinjektionen bereits angenommen, dass wenigstens die Trabekeln durch die ganzen Lymphknoten hindurch von den Sinus angefangen, bis zu den in die *Vasa efferentia* übergehenden Balken von Endothel bekleidet seien. Nach der durch *Bizzozero* gewonnenen Erkenntniss, dass die feinen Bindegewebsbälkchen der Lymphbahn von Zellen umscheidet sind, welche überall mit den — wenigstens in den Lymphsinus — von Niemanden bezweifelten Endothelzellen zusammenhängen — musste man annehmen, dass diese Scheidenzellen der Lymphbahn ebenfalls Endothelzellen sind und dass mithin die Lymphbahnen ununterbrochen, wie die echten Lymphgefässe von Endothel ausgekleidet seien. Da es aber auch unzweifelhaft Lymphknoten giebt, in welchen an vielen Stellen (*Saxer*, *v. Schumacher*) rein zellige Reticula die Lymphbahn durchsetzen, müssen auch diese als Reticula von Endothelzellen angesehen werden. An gut fixirten Lymphknoten ist in der Regel unschwer festzustellen, dass die Markstränge an ihrer Oberfläche von Zellen

(Endothelzellen) bekleidet sind; weniger leicht ist dies namentlich an den Seitenflächen der Rindenknötchen in den Fällen, wo die Durchwanderung von Lymphocyten reichlich ist. Unter allen Umständen muss angenommen werden, dass die Lymphocyten zwischen den Endothelzellen leicht aus den adenoiden Knötchen und Strängen in die Lymphbahnen treten können. Die Endothelzellen der Lymphbahnen müssen nach *Ribbert* als von den Reticulumzellen des adenoiden Gewebes wesentlich verschieden betrachtet werden. Wenn dies der Fall wäre, müsste sich erweisen lassen, dass das adenoide Gewebe ausserhalb der Lymphgefässe, die Lymphbahnen aber aus denselben sich entwickeln. Die oben angeführten Untersuchungen *Gulland*'s sprechen aber eher dafür, dass die Lymphbahnen nicht aus Sprossen von Lymphgefässen, sondern selbständig im adenoiden Gewebe entstehen. Die Reticulumzellen der Lymphbahn sind ausserdem oft jenen des adenoiden Gewebes so ähnlich, dass sie als isolirte Elemente sich nicht scharf unterscheiden lassen. Die phagocytären Eigenschaften der Reticulum- oder ästigen, die Lymphbahn durchsetzenden Endothelzellen und das Vorkommen von Blutkörperchen in denselben, sind schon *Billroth* (in Wiener med. Jahrb. 1869, S. 16) bekannt gewesen. Nachdem dann *Pouchet*, *Gabbi* (Lo Sperimentale 1886) und *H. Hoyer* (in Arch. f. mikr. Anat. 34. Bd.) wieder auf das Vorkommen von blutkörperchenhaltigen Zellen, namentlich nach Blutergüssen im Darm, in mesenterialen Lymphknoten ähnlich wie in der Milz aufmerksam gemacht, fand *v. Schumacher* (Ibid. 48. Bd.) solche in verschiedenen Lymphknoten von *Macacus Rhesus*, ferner bei *Macacus cynomolgus*, *Cynocephalus*, verschiedenen anderen Thieren und beim Menschen (l. c. 54. Bd.). *Thomé* (l. c. 52. Bd.) spricht mit Bestimmtheit die Phagocyten als Endothelzellen der Lymphbahn an, nachdem schon *v. Schumacher* Reticulumzellen mit Fortsätzen gesehen, die Blutkörperchen einschlossen. *Weidenreich* betrachtet die mehrkernigen, Riesenzellen gleichenden Gebilde als Endothelzellen, welche Leukocyten, die Blutkörperchen aufgenommen hatten, einschliessen. Da zahlreiche grosse, mehrkernige Zellen auch frei in der Lymphbahn vorkommen, die nach Aussehen und Einschlüssen den als Phagocyten fungirenden ästigen Zellen gleichen, ist es schwer, etwa die freien Zellen von gewöhnlichen Leukocyten abzuleiten und sie als etwas wesentlich Verschiedenes den Reticulumzellen gegenüber zu stellen, welche rothe Blutkörperchen einschliessen. Nach *Barfurth* (in Ergebn. d. Anat. u. Entwg. 8. Bd., S. 685) finden sich blutkörperchenhaltige Phagocyten in grosser Zahl bei entmilzten Hunden. Phagocyten mit mannigfaltigen Einschlüssen haben wohl fast alle neueren Untersucher in den Lymphknoten gesehen. *Gulland* sah sie bereits in embryonalen Drüsen und *Carlier* (in Journ. of Anat. and Physiol. 27. Bd.) fand sie besonders zahlreich beim Igel während des Winterschlafes. *Virchow* bezweifelte mit Rücksicht auf die Thatsache, dass die Lymphknoten für in den Lymphstrom gelangende körnige Farbestoffe als Filter dienen, ob überhaupt körperliche Elemente, also auch Lymphzellen, aus den *Vasa afferentia* durch die Lymphknoten hindurch mit dem Lymphstrome in die *Vasa efferentia* gelangen. Gegenwärtig müssen wir mit Rücksicht auf das reichliche, fast regelmässige Vorkommen von Phagocyten in der Lymphbahn der Lymphknoten, die wie ein Filter wirkende Thätigkeit derselben wohl in erster Linie auf die phagocytären Eigenschaften der Endothelzellen, beziehungsweise Reticulumzellen der Lymphbahn zurückführen, wenn auch nicht zu bezweifeln ist, dass in den Lymphknoten auch freie Zellen vorkommen, welche Fremdkörper enthalten.

Litteratur.

Lymphgefässe und Lymphdrüsen. *F. Noll* (und *Ludwig*), in *Henle's* Zeitschr. Bd. IX, S. 52; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1850, S. 79, 183; *J. Engel*, in Prager Vierteljahrsschrift 1850, S. 111; *O. Heyfelder*, Ueber den Bau der Lymphdrüsen. Breslau 1851; *H. Weyrich*, De textura et structura Vas. lymphatic. Dorpat 1851; *E. Brücke*, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1852 Dez., 1853 Jan. und März, dann in d. Denkschr. Bd. VI. 1853; Wien. Wochenschr. 1855, Nr. 24, 25, 28, 29, 32; Sitzungsber. der Akad. 1855, S. 257; *Donders*, in Nederl. Lancet. 1852. p. 355; *A. Koelliker*, in Würzb. Verh. IV.; *Funke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI, S. 307, und Wien. Wochenschr. 1855, Nr. 31; *A. Zenker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI, S. 321; *R. Cnopp Koopmans*, in Nederl. Lanc. July en Aug. 1855, p. 90; *W. Krause*, in Zeitschr. f. rat. Med. VI, S. 107 (Chylusgefässe); *G. Eckard*, De gland. lymphat. structura. Berol. 1858, Diss.;

T. *Billroth*, Beitr. z. pathol. Histologie, Berlin 1858, S. 127. Zeitschr. f. wiss. Zool. XI, 62, *Virch.* Arch. XXI, S. 423; *Virchow*, Cellularpathologie, Berlin 1862, S. 163; *His*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 65, XII. S. 223, XIII. S. 455, XV. S. 127; *H. Frey*, in Viertelj. der naturf. Ges. in Zürich, 5. Jahrg. 1860; Unters. über die Lymphdrüsen, Leipzig 1861; in Viertelj. der naturf. Ges. in Zürich, Bd. VII; *Krause*, in Anatomische Unters. 1860, S. 115; *Teichmann*, Das Saugadersystem, vom anat. Standpunkte bearb. Leipzig 1861; *Piers Walter*, Unters. über die Textur der Lymphdrüsen, Dorpat 1860, Diss.; *R. v. Recklinghausen*, Die Lymphgefässe u. ihre Beziehung zum Bindegewebe, Berlin 1862, und zur Fettresorption, in *Virch.* Arch. XXVI; *W. Müller*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX, S. 119 (Lymphdrüsen); *Ludwig*, in Wien. med. Jahrb. 1863, Heft 4; *Broueff* und *Eberth*, in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. V, S. 34; *N. Kowalewsky*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLVIII (Lymphdrüsen); *L. Auerbach*, in *Virch.* Arch. XXXIII, S. 340; *C. Hueter*, in Med. Centralbl. 1865, Nr. 41; *Halbertsma*, in Rec. de trav. de la soc. allem. de Paris 1864/65, S. 23; *Chrzonszczewsky*, in *Virch.* Arch. XXXV, S. 174; *C. Langer*, in Wien. Sitzungsber. Bd. LIII u. LV; *Dybkowsky*, in Leipz. Sitzungsber. 1866, S. 191; *Schweigger-Seidel* und *Dogiel*, ebendas. S. 247; *Ludwig* und *Schweigger-Seidel*, ebendas. S. 362; *E. Sertoli*, in Wien. Sitzungsberichte Bd. LIV; *Schweigger-Seidel*, in Leipz. Ber. 1866, S. 329; *C. Langer*, Ueber das Lymphgefässsystem des Frosches, in Sitzber. d. k Akad. in Wien 55. Bd. 1867 u. 58. Bd. 1868; *C. Toldt*, Eine Methode zur Injektion der Lymphbahnen in den Lymphdrüsen, ebenda 57. Bd.; *G. Bizzozero*, Sulla struttura delle ghiandole linfatiche, in Rendic. d. r. istit. lombardo S. 2, Vol. 5, p. 69 (1872) und *Moleschott*'s Untersuch. z. Naturl. 11. Bd., S. 300 (1873); *L. Ranvier*, Du système lymphatique, Leçons. in Progr. médic. 1873; *Armauer Hansen*, Beiträge zur normalen und patholog. Anatomie der Lymphdrüsen, in *Virchow*'s Arch. 56. Bd.; *Popper*, The termination of nerves in the mesenteric glands, in Arch. of Medicine 1872, Vol. V, p. 46; *G. Lodi*, Ueber den Bau des Reticulum der menschlichen Lymphdrüsen, in Rivista clinica di Bologna 1876; *W. Flemming*, Zur Anatomie kleinerer Lymphgefässe, in Arch. f. mikrosk. Anat. 12. Bd., S. 507; *Pouchet*, Note sur la structure des glandes lymphatiques, in Gaz. méd. de Paris 1879, p. 47; *W. Müller*, Untersuch über das Verhalten der Lymphdrüsen bei der Resorption von Blutextravasaten, Göttingen 1879, Diss.; *J. H. Chievitz*, Zur Anatomie einiger Lymphdrüsen im erwachsenen und fötalen Zustande, in Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1881, S. 347; *Gibbes*, On some structures found in the connective tissue between the renal artery and rein in the human subject, in Quart. Journ. of Microsc. Science, Vol. 24, 1884; *B. Solger*, Studien zur Entwicklungsgeschichte des Cöloms und des Cölomepithels der Amphibien, in Morph. Jahrb. 10. Bd., 1885; *K. Bayer*, Ueber Regeneration und Neubildung der Lymphdrüsen, in Prager Zeitschr. f. Heilk. 6. Bd., S. 105, 1885 u. 7. Bd. S. 423, 1886; *Ribbert*, Ueber Regeneration und Entzündung der Lymphdrüsen, in *Ziegler*'s Beitr. zur pathol. Anat. u. allgem. Pathol. 6. Bd., S. 187; *P. Baumgarten*, Ueber die Herkunft der in Entzündungsherden auftretenden Lymphocyten, in Centralbl. f. allgem. Path. u. path. Anat. I. Bd. S. 764; *Zehnder*, Ueber regenerative Neubildung der Lymphdrüsen, in *Virchow*'s Arch. 120. Bd.; *M. Sulzer*, Ueber den Durchtritt corpusculärer Gebilde durch das Zwerchfell, in *Virchow*'s Arch. 143. Bd., S. 99; *B. Rawitz*, Ueber die Zellen in den Lymphdrüsen von *Macacus cynomolgus*, in Arch. f. mikr. Anat. 45. Bd., S. 592; *S. Schumacher*, Ueber die Lymphdrüsen des *Macacus rhesus*, in Arch. f. mikr. Anat. 48. Bd., S. 145; *W. J. Calvert*, The blood-vessels of the Lymphatic-gland, in Anat. Anz. 13. Bd. 1897, S. 174; *A. S. Dogiel*, Die Nerven der Lymphgefässe, in Arch. f. mikr. Anat. 49. Bd., S. 791; *J. Disse*, Das retikuläre Bindegewebe, in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklgesch. 7. Bd., S. 9; *L. Ranvier*, Morphologie et développement des vaisseaux lymphatiques chez les Mammifères, in Arch. d'Anat. microsc. T. 1, p. 69 u. 137 (1897); *Rieder*, Beiträge zur Histologie und pathologischen Anatomie der Lymphgefässe und Venen, in Centralbl. f. allgem. Path. 1898; *R. Thomé*, Endothelien und Phagocyten (aus den Lymphdrüsen von *Macacus cynomolgus*), in Arch. f. mikrosk. Anat. 52. Bd., S. 820; *Chrzonszczewsky*, Ueber meine Methode der physiologischen Injektion der Blut- und Lymphgefässe, in *Virchow*'s Arch 153. Bd., S. 110; *W. Tonkoff*, Zur Kenntniss der Nerven der Lymphdrüsen, in Anat. Anz. 16 Bd., S. 456; *P. Ussow*, Les vaisseaux lymphatiques du diaphragme et leurs rapports avec la cavité abdominale et avec le processus d'absorption, in Arch. russes de Pathol. T. 7, p. 316

(1899) (Referat von *Arnstein* in *Schwalbe*'s Jahresber. 3. Abth. S. 201); *Drummond*, On the structure and function of haemolymph glands, in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 34, 1900; *Scott Warthin*, A Contribution to the normal Histology and Pathology of the Hemolymph Glands, in Journ. of the Boston Soc. of Med. Sc. 5. Bd. 1901; *Derselbe*, The Normal Histology of the Human Hemolymph Glands, in The American Journ. of Anatomy Vol. 1, p. 63.

4. Vom Blute und von der Lymphe.

§ 325.

Einleitung.

Alle Theile des Gefässsystemes enthalten in ihren Höhlungen einen besonderen Saft, das Blut, eine Suspensionsflüssigkeit, die aus einer eigentlichen, etwas klebrigen Flüssigkeit und vielen geformten Theilchen besteht, welche in der Flüssigkeit schweben und für das freie Auge eben so wenig wahrnehmbar sind, wie die Milchkügelchen in der Milch. Der Inhalt der Lymphgefässe und Lymphräume ist in der Regel farblos, fast durchsichtig oder weisslich trübe, letzteres namentlich in den Chylusgefässen während der Resorption, und wird im Allgemeinen als Lymphe und Chylus, auch weisses Blut, bezeichnet. Der Inhalt der Blutgefässe zeichnet sich durch seine eigenthümlich rothe Farbe aus, die, wie schon hier hervorgehoben sei, in bestimmten geformten Theilchen, den rothen Blutkörperchen und nicht in der Flüssigkeit ihren Sitz hat. Dieser rothe Saft in den Blutgefässen wird als Blut im engeren Sinne oder rothes Blut unterschieden.

Blut aus der Ader gelassen und in einem Gefässe aufgefangen, verliert bald seine flüssige Beschaffenheit, es wird erst gallertartig und dann eine festweiche Masse, es „gerinnt“. Nach längerem Stehen stosst die geronnene Masse Flüssigkeit aus, welche fast farblos oder gelblich gefärbt ist, das Blutserum, während das Gerinnsel sich zusammenzieht, dabei im Ganzen die Form des Gefässes, in welchem das Blut aufgefangen wurde, bewahrend und so den sogenannten Blutkuchen (*Placenta sanguinis*) bildend. Der Blutkuchen schliesst die körperlichen Elemente des Blutes ein. Wird Blut bei 0° in ein Gefäss aufgefangen, so wird die Gerinnung tagelang verzögert und es senken sich die specifisch schwereren körperlichen Elemente zu Boden, während über denselben die farblose, körperchenfreie Blutflüssigkeit, das Blutplasma, sich absondert. Das Gerinnen des Blutes kann durch Zusatz von Neutralsalzlösungen (z. B. Natriumsulfat, Magnesiumsulfat, Chlornatrium, Ammoniumoxalat etc.) verhindert werden und dann, namentlich mit Hilfe der Centrifuge (*C. Ludwig*), die Schichtung der geformten Theilchen des Blutes nach ihrem specifischen Gewichte besser, als durch einfaches Stehenlassen in hohen Glascylindern erzielt werden. Die feste Substanz, welche beim Gerinnen des Blutes aus dem Blutplasma ausgeschieden wird und welche mit den körperlichen Elementen des Blutes zusammen den Blutkuchen bildet, ist ein Eiweisskörper, welcher als Faserstoff oder Fibrin bezeichnet wird. Lässt man Blut aus der Ader in eine Schüssel fliessen und schlägt dasselbe sofort mit einem Bündel von Drähten oder mit Holz- oder Fischbeinstäbchen, so verhindert man die Bildung eines Blutkuchens, während das Fibrin in Form von fädigen, weisslichen Flocken, die zum Theil den zum

Schlagen gebrauchten Fremdkörpern fest anhaften, ausgeschieden wird. Solches ausgeschlagenes Blut besteht dann aus Blutserum, in welchem der grösste Theil der geformten Theilchen des Blutes noch suspendirt ist und das keiner weiteren Gerinnung mehr unterliegt. Es wird als defibrinirtes Blut bezeichnet. Der Gegenstand der folgenden Darstellung sind die körperlichen Elemente des Blutes und der Lymphe, während die Blutflüssigkeit hier nicht besprochen werden soll. Doch muss der Gerinnungsvorgang insoweit berührt werden, als Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass derselbe direkt von den körperlichen Elementen des Blutes abhänge.

Die geformten Elemente des Blutes sind theils solche, welche der Lymphe und dem Blute gemeinsam sind, theils solche, welche nur in dem rothen Blute, dagegen in der Lymphe nur ausnahmsweise sich finden. Zu den ersteren gehören, abgesehen von feinen Körnchen und gelegentlich Fetttröpfchen die weissen Blutkörperchen oder Leukocyten, zu den letzteren die rothen Blutkörperchen und die Blutplättchen.

Eine scharfe Unterscheidung von Blut im engeren Sinne und Lymphe ist nur für die Wirbelthiere möglich. Nur diesen kommt ein deutlich vom Blutgefässsystem gesondertes Lymphsystem zu und dem entsprechend dem letzteren ein vom rothen Blute wesentlich verschiedener Inhalt. Die Blutlymphe der wirbellosen Thiere ist im Allgemeinen farblos, immerhin finden sich, namentlich unter den Würmern und Arthropoden, auch solche, welche gefärbtes Blut, zum Theil von rother Farbe, wie die Wirbelthiere führen. Doch ist bei diesen Thieren die Farbe in der Regel im Plasma, also in der eigentlichen Flüssigkeit gelöst und nicht, wie bei den Wirbelthieren, an bestimmte geformte Gebilde — die rothen Blutkörperchen — gebunden. Nur ausnahmsweise kommen bei Wirbellosen (Sipunculiden, Pycnogoniden, manche Acephalen) gefärbte Blutzellen vor.

§ 326.

Von den Lymphkörperchen, den weissen Blutkörperchen und den Leukocyten überhaupt.

Unter weissen Blutkörperchen wurden ursprünglich nur die farblosen, zelligen Elemente verstanden, welche neben den rothen im Blute vorkommen und sie wurden von den Lymphkörperchen und Chyluskörperchen unterschieden. Da aber ein wesentlicher Unterschied zwischen den zelligen Elementen der Lymphe und den weissen Blutkörperchen nicht nachzuweisen war, konnte sich diese Unterscheidung nur auf den Ort des Vorkommens und darauf beziehen, dass in der Lymphe die kleineren Zellen (Lymphkörperchen im engeren Sinne) im Allgemeinen vorherrschen. Die morphologische Uebereinstimmung der farblosen, zelligen Körperchen des Blutes und der Lymphe war ferner ohne weiteres dadurch begreiflich, dass die Lymphe fortwährend in das Venenblut einströmt und diesem daher die Lymphkörperchen als weisse Blutkörperchen beimischt. Die Thatsache, dass ein Theil der weissen Blutkörperchen unter Umständen aus den Blutgefässen auswandert, welche schon von *Waller* beobachtet, durch *Cohnheim* zu allgemeiner Anerkennung gelangte, führte zu der Ueberzeugung, dass wenigstens ein guter Theil der bei Entzündungen auftretenden „Eiterzellen", sowie der in den Geweben als „Wanderzellen" (*v. Recklinghausen*) vorkommenden Elemente aus dem Blute stammen. Desgleichen führte die genauere Untersuchung der beweglichen Zellen, welche man früher nach ihrem Vorkommen

als „Schleimkörperchen", „Speichelkörperchen", „Colostrumkörperchen" u. s. w. unterschieden hatte, zu der Ueberzeugung, dass diese mit den weissen Blutkörperchen und Lymphkörperchen in nächster Beziehung stehen: sei es, dass sie direkt aus den Blutgefässen austreten, sei es, dass sie, wie die weissen Blutkörperchen selbst, aus Lymphkörperchen bildenden Organen stammen. Alle diese zelligen Elemente pflegt man gegenwärtig unter dem Sammelnamen Leukocyten zusammen zu fassen und es war in diesem Sinne schon wiederholt in den vorausgehenden Abschnitten (siehe insbesondere die Abschnitte von den Verdauungs- und Respirationsorganen, von den Milchdrüsen und den Lymphknoten) von den Leukocyten die Rede. Die Berechtigung, die in den Maschen der Reticula der Lymphknötchen und Lymphdrüsen und theilweise die in der Milz und in der Thymus und dem Knochenmarke vorkommenden Rundzellen, sowie die Wanderzellen in den Geweben, die Schleim- und Speichelkörperchen u. s. w. als genetisch und morphologisch zusammengehörende Elemente zu betrachten, ist allerdings nicht über jeden Zweifel erhaben und es ist nicht zu vergessen, dass im Allgemeinen der Gebrauch der Bezeichnung Leukocyt bedenklich und wissenschaftlich unzulässig erscheinen muss, wenn derselbe mehr besagen will, als dass die so benannten Elemente grosse morphologische Aehnlichkeit mit gewissen im Blute und in der Lymphe vorkommenden Zellen zeigen und — wo solche Elemente in Epithelien, Drüsen-, Nerven- und Muskelgeweben sich finden — als mehr zufällige, mit den eigentlichen Gewebeelementen nicht in festem Verbande stehende Elementartheile sich darstellen. In diesem Sinne sind die Leukocyten Zellen besonderer Art, welche gelegentlich in den verschiedenartigsten Geweben vorkommen und in diesen gleichsam Fremdlinge sind, die mehr mit den weissen Blutzellen und den Zellen der lymphoiden Organe übereinstimmen. Es st aber nicht immer sicher zu entscheiden, ob die als Leukocyten im Bindegewebe bezeichneten Zellen wirklich aus den genannten Quellen stammen, oder ob sie an Ort und Stelle durch Theilung von fixen Bindegewebszellen entstanden sind.



Fig. 1326.

Die farblosen Zellen des Blutes und der Lymphe sind nicht durchwegs von derselben Beschaffenheit, es lassen sich vielmehr unter denselben nach der Grösse, der Beschaffenheit der Kerne und des Protoplasma mehrere Formen unterscheiden.

1. Die kleinsten Leukocyten, die Lymphocyten (Fig. 1326, *a a*, 1327, *b*) oder Lymphkörperchen im engeren Sinne haben eine meist fast kugelige Form und einen Durchmesser von 4,5—7,5 μ, im Mittel etwa 6 μ und sind den kleinen Rundzellen in den Maschen des adenoiden Gewebes der Lymphknoten sehr ähnlich. Sie besitzen fast immer einen einfachen, relativ grossen, runden, selten einen eingeschnürten Kern, der nur von einer dünnen Plasmaschichte umgeben ist. An frischen Präparaten können die kleinsten Lymphocyten leicht für freie Kerne gehalten werden und wurden auch in der That, namentlich in älterer

Fig. 1326. Lymphzellen von einem Durchschnitte eines zuführenden Lymphgefässes einer mesenterialen Lymphdrüse des Erwachsenen. Pikrinsublimat, Hämatox., Eosin. Vergr. 700. *a* Lymphocyten; *b* grosser Leukocyt mit gebuchtetem Kerne; *c* zweikernige Leukocyten.

Zeit, für solche erklärt. Bei Behandlung der Präparate mit Essigsäure und mit geeigneten Fixirungs- und Färbungsmethoden überzeugt man sich jedoch von der Anwesenheit einer, wenn auch häufig sehr dünnen Plasmaschicht. Die Kerne der Lymphocyten zeigen an fixirten Präparaten Chromatin in Form von Körnchen, welche theils der Kernmembran anliegen, theils in zarte Lininfäden eingelagert sind. Häufig treten einzelne Chromatinkörner durch besondere Grösse hervor und erscheinen dann wie ein Kernkörperchen. Die dünne Protoplasmaschicht, welche den Kern umgiebt, zeigt eine undeutlich fädig-netzige Beschaffenheit, aber keine deutlichen Körnchen und färbt sich oft nicht merklich in sauren Anilinfarben, während die Netzstruktur durch basische Farben mehr weniger deutlich wird. Die lebende Zelle zeigt bei längerer Beobachtung nur geringe Aenderungen des Umrisses und entbehrt der amöboiden Beweglichkeit fast gänzlich. Die Zahl der Lymphocyten in der Lymphe ist eine sehr wechselnde; im Blute sind sie relativ spärlich und betragen unter normalen Verhältnissen nur etwa 20—25 % der Gesammtzahl der weissen Blutzellen. Die grossen Lymphocyten, deren Durchmesser 10 μ und darüber betragen kann (Fig. 1327, *c*), unterscheiden sich von den eigentlichen Leukocyten durch ihren relativ grossen Kern und ihr nicht körniges Protoplasma.

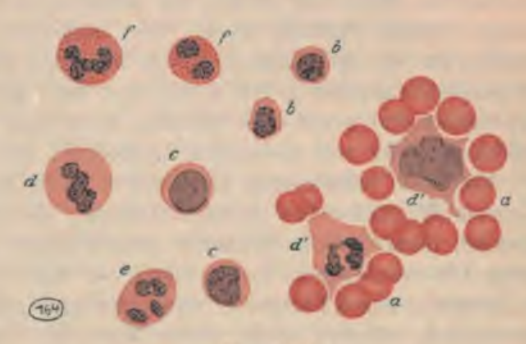


Fig. 1327.

2. Die eigentlichen Leukocyten haben einen Durchmesser von 10—12 μ und darüber und zeichnen sich im Allgemeinen durch ein körniges Protoplasma aus, welches im Verhältniss zum Kerne sehr reichlich ist (Fig. 1327, *d—f*). Man kann unter den Leukocyten feinkörnige und grobkörnige unterscheiden. Dieselben zeigen sehr mannigfaltige Kernformen. Die feinkörnigen Leukocyten haben bald einen einfachen, rundlichen oder ovalen, oder wenig eingebuchteten Kern und werden dann als uninucleäre (mononucleäre, *Ehrlich*) bezeichnet. Sie sind im Blute ziemlich selten und betragen kaum mehr als 5—10 % der Gesammtzahl der Leukocyten. Zahlreicher sind die Leukocyten mit polymorphen Kernen (Fig. 1327, *d*, *d'*), welche sich durch mannigfaltig eingebuchtete, oft wurstförmige, zwerchsackähnliche, hufeisenförmige oder vielfach gelappte Kerne auszeichnen. Auch ringförmige, sogenannte Lochkerne, kommen vor. Die gelappten Kerne sind oft so tief eingeschnürt, dass die einzelnen Lappen

Fig. 1327. Blut vom Menschen. Ausstrichpräparat mit Sublimatl. fixirt. Hämalaun, Eosin. Vergr. 700. Die Elemente aus verschiedenen Stellen des Gesichtsfeldes zusammengestellt. *a* Rothe Blutkörperchen; *b* kleine Lymphocyten; *c* grosse Lymphocyten; *d* Leukocyten mit polymorphen Kernen; *d'* verzerrte Formen derselben; *e* multinucleärer Leukocyt; *f* grobkernige (eosinophile) Zellen. Die Leukocyten *d*, *d'* und *e* gehören zu den sogenannten neutrophilen, deren Körnchen jedoch bei der angewendeten Färbemethode nicht hervortreten.

nur durch dünne Verbindungsbrücken zusammenhängen, welche leicht der Beobachtung entgehen. Solche Leukocyten sind scheinbar mehrkernig. Es kommt aber auch thatsächlich zur Durchschnürung der Verbindungsbrücken und dadurch zur Bildung wirklich mehrkerniger Leukocyten (Fig. 1327, *e*), die als **multinucleäre** (polynucleäre) bezeichnet werden können. Die Leukocyten mit polymorphen Kernen, die Uebergangsformen und die multinucleären Formen bilden zusammen im Blute bei weitem die Mehrzahl mit ungefähr 60—75% der gesammten weissen Blutkörperchen. Die Leukocyten sind im Gegensatze zu den Lymphocyten im Allgemeinen durch lebhafte, amöboide Beweglichkeit ausgezeichnet (siehe hierüber I. Bd. S. 69) und diese grösseren weissen Blutzellen und Lymphzellen sind gewöhnlich gemeint, wenn man von Leukocyten ohne nähere Bezeichnung, oder von amöboiden Leukocyten spricht.

Von den feinkörnigen Leukocyten kann man schon im frischen Blute, wie zuerst *M. Schultze* genauer darlegte, die **grobkörnigen**, welche durch zahlreiche, relativ grosse Körnchen ausgezeichnet sind, unterscheiden. Wie die neueren Untersuchungen, insbesondere von *Ehrlich*, zeigten, kann man nach dem Verhalten gegen Farbstoffe unter den grob granulirten Zellen zweierlei Arten unterscheiden, nämlich solche, deren Körnchen sich in sauren Anilinfarbstoffen stark färben (Fig. 1327, *f*) und die als **eosinophile** Zellen bezeichnet werden und solche, deren Körnchen basophil sind und die als **Mastzellen** benannt wurden. Die Mastzellen fehlen im normalen Blute beim Menschen oft gänzlich, dagegen werden die eosinophilen Körnerzellen regelmässig, wenn auch relativ selten und nur etwa 0,5—10% der gesammten Leukocyten betragend, gefunden. Die eosinophilen Zellen zeigen fast ebenso ausgesprochene amöboide Beweglichkeit, wie die feinkörnigen Leukocyten.

Bei gewissen Thieren, namentlich beim Pferde, finden sich öfter auffallend grobkörnige Zellen, deren Körner anscheinend gelblich gefärbt sind, die sogenannten *Semmer*'schen Körnerkugeln. Bei den Vögeln (Huhn, Taube) kommen ausser Körnchenzellen mit runden auch solche mit stäbchenförmigen Körnchen vor, wie zuerst *Bizzozero* im Knochenmarke beobachtete. Mastzellen finden sich regelmässig bei Fröschen und Tritonen; beim Menschen sahen sie *Bizzozero* und *Sacerdotti* bei jungen, gesunden Individuen unter 22 Fällen 13mal im Mittel 0,47% der Leukocyten betragend. Bei fünf Knaben wurden sie jedesmal gefunden (in Manuale di Microscopia clinica 5. Ed. p. 57).

Die amöboiden Leukocyten sind vielfach Gegenstand eingehendster Untersuchungen gewesen und viele derselben wurden mit der Absicht ausgeführt, prinzipielle Gesichtspunkte über den Bau des Protoplasmas zu gewinnen in der Voraussetzung, dass hier Zellen vorliegen, welche einzelligen Thieren, wie den Amoeben, ausserordentlich ähnlich sind. Die lebenden Leukocyten, sei es, dass sie bei Kaltblütern (Frosch) in der Lymphe bei Zimmertemperatur, oder bei Warmblütern auf dem heizbaren Tische untersucht werden, zeigen die Fähigkeit, sich an Fremdkörpern festzuheften, am Glase anzukleben und mit Hilfe dieser Eigenschaft und der amöboiden Beweglichkeit am Glase fortzukriechen. Während der Bewegung kann man im Protoplasmakörper mit starken Vergrösserungen feine Körnchen und kurze, undeutliche, stärker glänzende, anscheinend netzartig zusammenhängende Striche wahrnehmen, von welchen letzteren nicht sicher ist, *ob sie auf eine* fädige oder eine Alveolarstruktur (schaumige Struktur im Sinne

Bütschli's) zu beziehen sind. Im Protoplasmakörper sieht man ferner Verschiebungen der Körner und Striche während der amöboiden Bewegung. Nicht selten treten Tropfen von Flüssigkeit (Vakuolen) im Protoplasma auf, bisweilen in solcher Zahl, dass einzelne Stellen des Protoplasmas grobschaumig erscheinen. Die Kerne sind an lebenden Leukocyten in der Regel nicht zu erkennen, nur wenn der Protoplasmakörper sich ganz flach am Glase ausbreitet, wird der Kerncontour sichtbar und man bemerkt dann, dass derselbe mit den Bewegungen sich fortwährend verändert, ein Beweis, dass die an fixirten Präparaten sichtbaren Kernformen nicht als unveränderliche Gebilde präexistirt haben. Bezüglich der mannigfaltigen Veränderungen, welche die amöboide Bewegung unter dem Einflusse von Reizen zeigt, muss auf die Handbücher der Physiologie verwiesen werden, doch sei auf die Existenz solcher Veränderungen hier deshalb hingewiesen, weil man in Unkenntniss derselben die an fixirten Präparaten sichtbaren Bilder leicht falsch beurtheilen wird und verschiedene physiologische Zustände desselben Gebildes als wesentliche morphologische Unterschiede auffassen kann. Durch vorsichtigen Wasserzusatz werden, wie *Richardson* und später *S. Stricker* (Handbuch etc. S. 17) gezeigt haben, die Leukocyten kugelig, sie stellen ihre amöboiden Bewegungen ein, während in der durchsichtiger gewordenen, nun auch den Kern zeigenden, etwas gequollenen Zelle die Körnchen tanzende Bewegungen (sogenannte Molekularbewegung) ausführen. Wird die umgebende Flüssigkeit wieder durch 1%ige Kochsalzlösung konzentrirter gemacht, so kehrt die alte Form und die amöboide Beweglichkeit zurück. Solchen durch Wasserwirkung veränderten Leukocyten gleichen die im Speichel als Speichelkörperchen bekannten Gebilde. Eine für die Granulafrage bedeutungsvolle und — wie namentlich durch die Untersuchungen *Metschnikoff's* zu allgemeiner Anerkennung gelangte — biologisch äusserst wichtige physiologische Eigenschaft der Leukocyten besteht in ihrer Fähigkeit, Fremdkörper aufzunehmen. Diese Thätigkeit wird durch den Ausdruck Phagocytose bezeichnet und Zellen, welche deutlich als solche erkennbare Fremdkörper durch aktive Thätigkeit aufgenommen haben, werden Fresszellen oder Phagocyten (siehe I. Bd. S. 33) genannt. Die Fähigkeit der weissen Blutzellen der Warm- und Kaltblüter, Farbstoffkörnchen (Karmin etc.), Milchkügelchen u. s. w. in sich aufzunehmen, wurde von *M. Schultze* (1865) genauer studirt, wobei sich herausstellte, dass die Zellen mit Farbstoffkörnchen sich ganz erfüllen können. In solchem Falle wird schliesslich ihre amöboide Beweglichkeit äusserst träge. Die von den Leukocyten aufgenommenen Fremdkörper erleiden im Innern der Zellen, sofern sie löslich sind, weitere Veränderungen und können gänzlich „verdaut“ werden, ja die Leukocyten können auch lebende Organismen (Bakterien u. s. w.) in sich aufnehmen und tödten (*Metschnikoff*). Während des Prozesses der Phagocytose können die Leukocyten bedeutend an Umfang zunehmen und zu grossen Gebilden, welche Riesenzellen gleichen, heranwachsen. Die Phagocytose spielt bei physiologischen und pathologischen Resorptionsprozessen eine wesentliche Rolle; im Blute finden sich, unter normalen Verhältnissen, als solche deutlich kenntliche Phagocyten nicht; es ist aber immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass ein Theil der „grobkörnigen“ Leukocyten Körnchen enthält, die nicht als specifische Differenzirungsprodukte des Protoplasma, sondern als veränderte Reste theilweise verdauter, von aussen aufgenommener Eiweisskörper

zu betrachten sind. *H. Eichhorst* fand einmal blutkörperchenhaltige Zellen im Blute eines Typhuskranken (D. Arch. f. klin. Med. 14. Bd.), *Koelliker* sah solche, unter normalen Umständen, im Milzvenenblute. *Ehrlich* hat die Leukocyten nach dem Verhalten der Körnchen gegen Farbestoffe und nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Körnchen in besondere Gruppen eingetheilt (siehe unten), von der Annahme ausgehend, dass die Granula oder Körnchen der Leukocyten ebenso specifische Gebilde seien, wie etwa die Pigmentkörner in Pigmentzellen, das Fett in den Fettzellen oder die Granula der Drüsenzellen, von welchen letzteren wir anzunehmen berechtigt sind, dass sie mit der Bildung des einer Drüsenzelle eigenthümlichen Sekretes in direktem Zusammenhange stehen. Die Möglichkeit, die Körnchen verschiedener Leukocyten verschieden zu färben, ist aber kein genügender Beweis für die Annahme, dass dadurch eine specifische Verschiedenheit der betreffenden Leukocyten und nicht bloss wechselnde Zustände derselben Zellenart vorliegen, um so weniger, wenn man die früher angedeuteten physiologischen Eigenschaften der Leukocyten in Betracht zieht. Es ist zwar durch die neueren biologisch-chemischen Untersuchungen von *H. Buchner*, *M. Hahn*, *Denys* und *Schattenfroh* (in Arch. f. Hygiene 31. Bd.) wahrscheinlich geworden, dass die eigenthümlichen bactericiden Eiweisskörper der Blutflüssigkeit, die sogenannten Alexine (*Buchner*) von den Leukocyten in die Blutflüssigkeit und in Exsudate abgesondert werden, da die Leukocyten selbst Alexine enthalten. Wir können aber, selbst wenn die ausschliessliche Herkunft der Alexine aus Leukocyten erwiesen würde, doch daraus noch nicht folgern, dass eine solche „innere Sekretion" durch die Leukocyten ohne Weiteres mit einer Drüsensekretion morphologisch übereinstimmen müsste, bei welcher specifische Körnchen als Sekretvorstufen eine wesentliche Rolle spielen. Der Thatsache aber, dass mittelst der von *Ehrlich* angegebenen Färbemethoden Verschiedenheiten im Verhalten der Granula gegen differente Farbstoffe bei verschiedenen Leukocyten nachgewiesen werden können, kann zunächst nur eine empirische Bedeutung für diagnostische Zwecke zugestanden werden; sie genügt aber nicht, um die Unterscheidung von prinzipiell verschiedenen Leukocyten nach dem Verhalten der Granula zu rechtfertigen.

Was nun den feineren Bau des Protoplasma der Leukocyten anlangt, so wird derselbe gegenwärtig von der Mehrzahl der Forscher im Sinne *Flemming's* so aufgefasst, dass man einen fädigen Bestandtheil (Filarmasse) und einen zwischen den Fäden liegenden, mehr flüssigen Antheil (Interfilarmasse) zu unterscheiden habe. Die Annahme von Fäden setzt, wie *Bütschli* durch physikalische Erörterungen zeigt, eine feste Beschaffenheit der betreffenden Bildungen voraus, da flüssige Fäden, selbst wenn ihre Substanz als nicht mischbar mit der umgebenden Flüssigkeit vorausgesetzt wird, als ständige Strukturgebilde nicht existiren könnten. Es muss jedenfalls zugegeben werden, dass an den lebenden Leukocyten eben so wenig, als an anderen Protoplasmakörpern die Frage entschieden werden kann, ob die anscheinend fein netzartige oder fädige Struktur auf wirkliche Fäden oder auf Kantenansichten von Wabenwänden zu beziehen sei. Wir sind auf die Untersuchung fixirter Präparate, welche die Anwendung von Färbungen und die Herstellung dünner Schnitte gestatten, angewiesen, um die feinsten Bauverhältnisse zu ermitteln, wobei freilich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, dass die fixirenden, Gerinnung hervorrufenden

Reagentien erst Strukturen erzeugen, welche als solche im Leben nicht existiren. Die an fixirten Präparaten aufzudeckenden Strukturverhältnisse sind insbesondere von *M. Heidenhain* mit Hilfe der Färbung durch Eisenhämatoxylin eingehend geschildert worden. Jeder typische Leukocyt enthält die zuerst von *Flemming* in den Leukocyten entdeckten Centralkörperchen. Dieselben sind niemals einfach, sondern bilden Gruppen von zwei bis drei, in Ausnahmsfällen auch vier kleinsten Körperchen, die in der Regel von ungleicher Grösse sind. Die Körperchen hängen durch Substanzbrücken zusammen, welche *Heidenhain* als primäre Centrodesmose bezeichnet. Die Gesammtheit der Centralkörperchen, welche Mikrocentrum genannt wird, hat einen Durchmesser, der 1 μ gewöhnlich nicht erreicht. Das Mikrocentrum hat seine Lage neben dem Kerne und näher dem Mittelpunkte der (ruhenden, kugeligen) Zelle, als der Kern. Bei polymorphen Kernen findet sich das Mikrocentrum stets in der Einbuchtung, welche die konkave Seite des Kernes bildet. Das Mikrocentrum bildet den Mittelpunkt eines Systemes von Fäden, welche *Heidenhain* als „organische Radien" bezeichnet und welche vom Mikrocentrum bis zur Rindenschicht der Zelle verlaufen, in welcher sie ihren Ursprung in einer zusammenhängenden Grenzschicht nehmen. Neben den centrirten Zellfäden finden sich, namentlich reichlich gegen die Rindenschicht, auch nicht centrirte. Der Kern steht mit den Zellfäden nicht in Verbindung, er drängt dieselben vielmehr auseinander und sie laufen daher in bogenförmigen Krümmungen um denselben herum. Die Zellfäden haben einen mikrosomalen Bau, d. h. bei Anwendung von Protoplasmafärbungen färben sich einzelne Querglieder stärker und es entsteht dadurch ein Bild, das an eine Fibrille einer quergestreiften Muskelfaser erinnert. Die stärker färbbaren Querglieder, die Mikrosomen, stehen nach *Heidenhain* in ziemlich regelmässigen Abständen und da sich die Fäden um das Mikrocentrum zusammendrängen, ja wohl auch bei zunehmender Konvergenz verschmelzen, bilden die letzten Querglieder in der Nähe des Mikrocentrums eine Kugelschale, die im Durchschnitte als stärker färbbarer Ring erscheint, die „Astrosphäre". *Heidenhain* glaubt, dass die centrirten Fäden nicht bloss eine oberflächliche Aehnlichkeit mit quergestreiften Muskelfibrillen besitzen, sondern wirklich kontraktil sind, wie diese und dass daher die „organischen Radien" bei den Bewegungs- und Zelltheilungsvorgängen die wesentlichste Rolle spielen, wie dies schon vor ihm *Van Beneden* beim Studium der Zelltheilung von Ascaris angenommen hatte. Die Körnchen der Leukocyten, von welchen oben die Rede war (Granula *Ehrlich*'s), haben an fixirten Präparaten ihren Sitz in der Interfilarmasse und dürfen wohl nicht aus den Gliedern, den Mikrosomen der Fäden abgeleitet werden,



Fig. 1328.

Fig. 1328. Leukocyten. Sublimatfixirung. Schnittpräparate. Hämatoxylin, Eisenlack. Vergr. ca. 900. *A Salamandra maculata* (Kern weggeschnitten). *c* Centralkörperchen, (Mikrocentrum); *r* Radiärfasern. *B Rana esculenta*. *c* Centralkörperchen, in *c'* doppelt; *k* Kerne (theilweise weggeschnitten); *s* Sphäre in Zusammenhang mit Radiärfasern.

wie dies *Gulland* (in Journ. of Physiol. 1896 p. 385) annimmt. Doch kann man vorläufig die Existenz kontraktiler Fäden im Protoplasma, welche *Heidenhain* in sehr bestechender Weise plausibel zu machen suchte, nicht als erwiesen betrachten und es muss daher insbesondere auch dahingestellt bleiben, ob die Mikrosomen der sogenannten organischen Radien wirklich specifische Theile eines kontraktilen Apparates innerhalb des Protoplasma sind, welchen die Interfilarmasse als etwas Passives gegenübersteht.

Die absolute Zahl der Leukocyten in einem Kubikmillimeter Blut oder Lymphe ist eine sehr wechselnde. Im Blute hängt dieselbe, wie zahlreiche Zählungen ergaben, unter normalen Verhältnissen insbesondere von der Nahrungsaufnahme ab und zeigt sich in der Regel deutlich erhöht während der Verdauungsperiode (Verdauungsleukocytose). Bei Erwachsenen kann die normale Zahl nach der Nachtruhe, im nüchternen Zustande, ungefähr mit 8000—9000 im Kubikmillimeter (*v. Limbeck, A. Fuchs*) angenommen werden. Bei Embryonen ist bis zur Geburt die Zahl der Leukocyten auffallend klein (*Tschistowitsch* und *Piwowarow*, in Arch. f. mikrosk. Anat. 57. Bd.). Die Leukocyten sind nach histologischer, physiologischer und pathologischer Richtung Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Es sei in histologischer Beziehung insbesondere auf die Arbeiten *Flemming*'s und dessen fortlaufende Berichte über die Morphologie der Zelle in den „Ergebnissen der Anatomie etc." vom Jahre 1893—1897, ferner auf die Arbeiten *M. Heidenhain*'s in Arch. f. mikr. Anat. 43. Bd. und in Arch. f. Entwicklungsmech. 1. Bd. S. 471 hingewiesen. Einer genaueren Besprechung bedürfen mit Rücksicht auf die Körnchen der Leukocyten die von *Ehrlich* aufgefundenen Thatsachen. *Ehrlich* führte in die Blutuntersuchung die *Koch*'sche Methode der Herstellung von Trockenpräparaten ein, indem er einen frischen Bluttropfen zwischen zwei Deckgläschen in kapillarer Schicht ausbreitet, die beiden Deckgläschen dann von einander abzieht und nun die an den Deckgläschen haftende dünne Blutschicht, welche sofort eintrocknet, zunächst auf ca. 120 Grad erhitzt und dann der Färbung unterzieht. Wenn man bedenkt, wie mühsam und schwierig die nur auf kurze Zeit beschränkte Untersuchung des frischen, flüssigen Blutes ist, so ist die Herstellung solcher Trockenpräparate, die noch nach beliebig langer Zeit genauer untersucht werden können, ein grosser, ja unschätzbarer, praktischer Vortheil, wenn auch *Ehrlich* selbst zugiebt, dass die Methode roh ist. Es ist von vornherein klar, dass sie leicht zu Irrthümern Anlass geben kann. Zur Unterscheidung der Leukocytengranula ist sie indessen ausgezeichnet. *Ehrlich* unterschied in seinen ersten Arbeiten (siehe Farbenanalytische Untersuchungen etc., Gesammelte Mittheilungen, Berlin 1891) fünferlei Granulationen, die er mit den Buchstaben α, β, γ, δ, ε bezeichnete. Die α- und β-Granulationen sind „oxyphile", die sich durch ihre starke Färbbarkeit in sogenannten sauren Farbstoffen auszeichnen. Die β-Granulationen färben sich in einem Eosin-Indulingemische schwarz, während die α-Granulationen sich roth färben. *Ehrlich* kommt selbst zu dem Schlusse, dass die α- und β-Granulationen wahrscheinlich nur durch ihren Wassergehalt verschieden seien und die ersteren dichtere, wasserärmere Gebilde darstellen. Die Zellen mit α-Granulationen werden vorzüglich als „eosinophile" Zellen bezeichnet. Da durch stärkeres Erhitzen die β-Granulationen ebenso in Eosin färbbar erscheinen, wie die α-Granulationen, ist in der That kein zureichender Grund vorhanden, die β-Granulationen als wesentlich verschieden von den α-Granulationen anzusehen. Beim Kaninchen konnte *Ehrlich* und beim Meerschweinchen *Kurloff* sogenannte „pseudoëosinophile" Zellen nachweisen, welche sich von den wahren eosinophilen Zellen durch feinere Körnung, die sich in saurer Flüssigkeit leicht löst — was bei den wahren eosinophilen Körnern nicht der Fall ist — und durch ein anderes Verhalten gegen ein Gemisch von Eosin-Aurantia und Nigrosin unterscheiden.

Die γ-Granulationen zeichnen sich durch ihre starke Färbbarkeit in sogenannten basischen Farben aus und stimmen in dieser Beziehung mit den Körnchen der „Mastzellen" des Bindegewebes überein. Die Mastzellengranulationen treten besonders durch Thionin, durch welches sich andere Granula nicht färben, sehr deutlich hervor. Im normalen Blute sind Leukocyten mit γ-Granulationen eine Seltenheit, ja manchmal scheinen sie überhaupt ganz zu fehlen.

In den Lymphocyten, deren Protoplasma in der Regel in basischen Farben sich färbt, kommen scheinbar feine, namentlich in Methylenblau sich färbende Granulationen vor, die von *Ehrlich* früher als δ-Granulationen unterschieden wurden, die derselbe jetzt fallen lässt, da er sich überzeugte, dass es sich nicht um Körnchen, sondern um eine Netzstruktur handle. Genaueres hat übrigens *Ehrlich* über die δ-Granulationen nie mitgetheilt, sie finden sich erwähnt in der Dissertation von *Schwarze* (Ges. Mitth. S. 75). Es müssen also auch körnchenfreie Zellen unterschieden werden, zu welchen ausser den Lymphocyten auch ein Theil der uninucleären und der Uebergangsformen der Leukocyten zu rechnen ist.

Die ε-Granulationen sind die feinen Körnungen, welche in der überwiegenden Mehrzahl der feinkörnigen Leukocyten mit polymorphen Kernen sich finden und die jetzt als neutrophile Körnungen bezeichnet werden. Sie lassen sich namentlich in Gemischen von sauren Farbstoffen, und zwar unabhängig vom Grade der Erhitzung, darstellen. Am besten wird zu ihrer Sichtbarmachung ein sogenanntes Triacidgemisch, bestehend aus Lösungen von Orange G, Säurefuchsin und Methylgrün verwendet, in welchem sich die eosinophilen Granula braunroth, die neutrophilen violett, die Mastzellengranula gar nicht färben, während die Kerne blass blaugrün erscheinen. Ob die drei durch Färbung deutlich differenzirbaren oxyphilen, neutrophilen und basophilen Granula, welche von den ursprünglichen fünf α—ε-Granulationen übrig geblieben sind, zu welchen als vierte Art die körnchenfreien Zellen kämen, wirklich im ursprünglichen Sinne *Ehrlich*'s specifische d. h. ganz bestimmte, wesentlich verschiedene Zellenarten charakterisirende sind, muss mindestens sehr fraglich erscheinen. Wie *J. Arnold* und andere fanden, kommen gelegentlich in derselben Zelle verschiedenartige Granula vor, was freilich von *Ehrlich* bestritten wird und was die Entstehung der Granula anlangt, so liegen insbesondere bezüglich der eosinophilen Zellen Beobachtungen vor, welche es wahrscheinlich erscheinen lassen, dass die eosinophilen Granula nicht specifische Differenzirungsprodukte des Zellplasma, sondern umgewandelte, von aussen aufgenommene Eiweisssubstanzen sind. So kommt insbesondere *Tettenhamer* (in Anat. Anz. 8. Bd., S. 223) zu dem Schlusse, dass eosinophile Leukocyten im Salamanderhoden durch Aufnahme von eosinophil gewordenem Chromatin degenerirter Spermatocyten entstehen. *F. Weidenreich* (in Anat. Anz. 20. Bd., S. 196) hat auf Grund der Untersuchung der sogenannten Blutlymphdrüsen die bestimmte Meinung, dass in denselben eosinophile Zellen aus Lymphocyten entstehen, welche die zerfallenden Trümmer rother Blutkörperchen in sich aufnehmen. *Klein* und *Fuchs* (in Centralbl. f. innere Med. 1899) hatten schon früher ausgesprochen, dass eosinophile Zellen durch Aufnahme von Hämoglobin aus gewöhnlichen Leukocyten hervorgehen. Analoges kann überall angenommen werden, wo eosinophile Zellen in grösserer Zahl in einem Gewebe auftreten. Auch die Thatsache, dass die α-Granula vital durch Neutralroth färbbar sind (*Arnold*, *Plato*), lässt sich mit dieser Annahme vereinigen. *H. F. Müller* (in Centralbl. f. Allg. Pathol. u. Pathol. Anat. 4. Bd. 1893) hat das massenhafte Auftreten von eosinophilen Zellen im Sputum von Asthmatikern und in gewissen Exsudaten (Inhalt der Pemphigusblasen) durch chemotaktische Wirkung, d. h. dadurch zu erklären versucht, dass Stoffe vorhanden sind, welche gerade die eosinophilen Zellen zur Auswanderung aus den Gefässen veranlassen. Indessen folgt daraus keineswegs, wie *Ehrlich* annimmt, dass die eosinophilen Zellen nicht aus neutrophilen hervorgehen können. Die neutrophilen Granula lassen sich ebenfalls als geformte Produkte auffassen, die nicht für eine ganz bestimmte Zellenart charakteristisch sind, wie eine Leberzelle deshalb nicht ihren Charakter verliert und etwas wesentlich Anderes wird, je nachdem sie Fetttropfen enthält oder nicht. Der Stoffwechsel der Leukocyten ist zweifellos ein sehr lebhafter. Von den selten unter normalen, öfter unter pathologischen Verhältnissen im Blute des Erwachsenen mikroskopisch nachweisbaren, nicht granulären Bestandtheilen verdient das Glykogen Erwähnung.

Als eine eigenartige Umwandlung von Leukocyten, welche als Wanderzellen in das Bindegewebe gelangen, beschreibt *Ranvier* ästige körnige Zellen, welche niemals Anastomosen bilden und die Eigenschaft haben, in Körnchen zu zerfallen. Er nennt dieselben Clasmatocyten (Klasma = Bruchstück). An mit Osmium fixirten Bindegewebsmembranen (Netz, Mesenterium der Säuger, Bindegewebshäute des Frosches und

Triton) färben sich die Clasmatocyten mit Methylviolett B amaranthroth, während die typischen Bindegewebszellen violett erscheinen. Von der direkten Umwandlung von Leukocyten in Clasmatocyten will *Ranvier* sich in der Weise überzeugt haben, dass er einen Tropfen Peritonealflüssigkeit des Frosches ungefähr eine Stunde in der feuchten Kammer bei einer Temperatur von 25 Grad hielt, nach welcher Zeit eine gewisse Zahl von Leukocyten sich in ästige Zellen von dem Aussehen und der angeführten Farbenreaktion der Clasmatocyten umgewandelt hatten. So weit *Ranvier*. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass die Clasmatocyten *Ranvier*'s mit jenen Bindegewebszellen übereinstimmen, welche von *Kühne* als grobkörnige Zellen im lockeren Bindegewebe beschrieben wurden, und welche später den Namen Mastzellen (*Ehrlich*) erhielten. Es ist aber immerhin sehr zweifelhaft, ob die Leukocyten mit basophilen Körnchen, welche in Blut und Lymphe der Amphibien zahlreich, im Säugethierblute sehr selten sind, mit den Mastzellen des Bindegewebes als identisch betrachtet werden dürfen. Dass die Mastzellen des Bindegewebes eine Varietät der Clasmatocyten seien, erklärt *Ranvier* in jüngster Zeit selbst (in Arch. d'anat. microsc. T. 3, 1900), und durch *L. Schreiber* und *E. Neumann* (in Festschr. f. *Max Jaffe*, Braunschweig 1901, S. 125) wurde die Identität der Clasmatocyten und Mastzellen eingehend nachgewiesen, jedoch die Frage offen gelassen, ob die Mastzellen des Bindegewebes mit den Leukocyten eine genetische Beziehung haben.

Die Eintheilung der Leukocyten in verschiedene Formen wird natürlich verschieden ausfallen, je nachdem man der *Ehrlich*'schen Lehre von den specifischen Granula beistimmt oder nicht, in welch ersterem Falle die oxyphilen, neutrophilen und basophilen Leukocyten mit polymorphen Kernen gänzlich verschiedene Zellen darstellen, die überdies keinen genetischen Zusammenhang mit den Lymphocyten und den aus solchen hervorgehenden körnchenfreien Leukocyten haben würden. Die oben angeführten, relativen, prozentischen Verhältnisszahlen werden im Allgemeinen so gewonnen, dass in geeignet gefärbten Ausstrichpräparaten auf einer grösseren Fläche sämmtliche Leukocyten gezählt und nach ihrer Beschaffenheit bestimmt werden. Die für das normale Blut von verschiedenen Beobachtern gefundenen Prozentzahlen weichen nicht unbedeutend von einander ab; die im Texte angeführten wurden *Türk*'s „Klinischen Untersuchungen über das Verhalten des Blutes“ etc. (Wien 1898) entnommen, welche diese verschiedenen Befunde in den Extremen berücksichtigen. Die absolute Zahl der einzelnen Leukocytenformen in einem Kubikmillimeter Blut kann natürlich nur mit Zuhilfenahme der Blutkörperchenzählapparate, wie sie für die Bestimmung der Zahl der rothen Blutkörperchen gebraucht werden, ermittelt werden.

§ 327.

Von den rothen Blutkörperchen im Allgemeinen.

Während die farblosen Blutzellen sehr wechselnde Erscheinungsformen darbieten und oft schwer von Zellen anderer Art und Herkunft zu unterscheiden sind, zeigen die rothen Blutkörperchen (rothe Blutzellen, Erythrocyten, von den Franzosen auch Hematies genannt) in ihrem ausgebildeten Zustande so charakteristische Eigenschaften, dass sie, frisch untersucht, mit keinem anderen Formelemente des Körpers verwechselt werden können. Sie sind die Träger des Blutfarbstoffes, des Hämoglobins und als solche Gebilde von höchster physiologischer Bedeutung, da sie Abgabe und Aufnahme des Sauerstoffes und des Kohlendioxyd als Respirationsorganismen vermitteln. Die rothen Blutkörperchen der erwachsenen Säugethiere und des Menschen sind kernlose Gebilde, während alle übrigen Wirbelthiere, sowohl die Sauropsiden als die Ichthyopsiden kernhaltige rothe Blutzellen besitzen. Doch mag schon hier bemerkt sein, dass in den frühen Embryonalstadien auch beim Menschen und bei den Säugethieren ausschliesslich kernhaltige rothe Blutzellen vorkommen, welche erst allmählich

durch kernlose ersetzt werden. Die Zahl der rothen Blutkörperchen ist im Vergleiche zu der der weissen eine enorm grosse. Indem bezüglich der Zählmethoden und der Apparate auf die Handbücher der Physiologie und Hämatologie verwiesen werden muss, sei hier nur hervorgehoben, dass in einem Kubikmillimeter Menschenblut circa 5000000 rothe Blutkörperchen enthalten sind. Die Zahl der weissen verhält sich zu der der rothen zwischen 1 : 300 und 1 : 1500; im Mittel bei nüchternen Erwachsenen etwa zwischen 1 : 600 und 1 : 700. Die rothen Blutkörperchen des erwachsenen Menschen haben die Form einer bikonkaven, kreisförmigen Scheibe, welche am frischen Präparate im Mittel einen Durchmesser von 7,74 μ und am Rande eine grösste Dicke von 1,9 μ besitzt (*Welcker*). Die Durchmesser schwanken sehr bedeutend um diese Mittelzahl und bewegen sich auch im normalen Blute zwischen 4,5 und 9,7 μ, doch herrschen der Mittelzahl nahe stehende Durchmesser entschieden vor und sind sehr kleine (Fig. 1329 *d*) und sehr grosse (Fig. 1329 *e*) selten. Unter pathologischen Verhältnissen kommen auch Blutkörperchen, welche die angegebenen Grenzwerthe nach unten und oben überschreiten, nicht selten vor und werden diese als Mikrocyten und Megalocyten unterschieden. Der mittlere Durchmesser der Blutkörperchen ist individuell etwas verschieden, ja *Welcker*, der wohl die sorgfältigsten Messungen anstellte, fand den mittleren Durchmesser seiner eigenen Blutkörperchen zu verschiedenen Zeiten zwischen 7,71 und 7,94. Nach *Bethe* (1891) sind die Durchmesser der menschlichen Blutkörperchen an Deckglastrockenpräparaten nach ihrer Häufigkeit folgendermassen vertheilt: 6,92 μ 42%, 7,26 μ 28%, 8,58 μ 16%, 6,6 μ 8%, 9,24 μ 6%. Zu einem ähnlichen Resultate kam schon früher *Gram* (in Fortschr. d. Medizin 1884).



Fig. 1329.

Frisch untersucht erscheinen die rothen Blutkörperchen auch mit den stärksten Vergrösserungen von homogener Beschaffenheit. Die Farbe erscheint gelblich oder gelb grünlich im durchfallenden Lichte; nur wenn Blut in dickerer Schicht angesehen wird, in welcher mehrere Blutkörperchen übereinander liegen oder wenn ein Blutkörperchen in der Profilstellung sich zeigt, tritt die rothe Blutfarbe hervor. Mit Hilfe von Spektralapparaten, welche mit dem Mikroskop in geeigneter Weise verbunden werden, kann man an übereinander gelagerten Blutkörperchen die für das Hämoglobin charakteristischen Absorptionsstreifen

Fig. 1329. Blut vom Menschen, frisch. Vergr. 700. *a* Rothe Blutkörperchen von der Fläche, *b* im Profil; *cc* in geldrollenartiger Anordnung rechts rein im Profil, links etwas schräg gesehen; *c'c'* in geldrollenartiger Anordnung, etwas schräg umgelegt; *d* kleines, *e* grosses Blutkörperchen; *f* sternförmig geschrumpfte rothe Blutkörperchen; *g* Leukocyt; *h* Körnchenzelle (eosinophile Zelle); *i* Blutplättchen.

wahrnehmen. Auch die Veränderung der Absorptionsstreifen beim abwechselnden Zuleiten von Sauerstoff und Kohlendioxyd hat *S. Stricker* direkt an den Blutkörperchen nachgewiesen.

Die scheibenförmige Gestalt der unveränderten Blutkörperchen bedingt eine eigenthümliche Lichtvertheilung. Da die rothen Blutkörperchen stärker lichtbrechend, als das Blutplasma sind, erscheint über dem gewölbten Rande, der wie ein durchsichtiger Ring von cylindrischem Querschnitte wirkt, bei hoher Einstellung eine Brennlinie, während die konkave Mitte relativ dunkel erscheint, da ihr virtueller Brennpunkt unterhalb der Scheibe gelegen ist; umgekehrt erscheint bei tiefer Einstellung auf den Brennpunkt der Mitte diese hell, während die Brennlinie des Randes verschwindet und dieser nun relativ dunkel wird. Diese Vertheilung von hell und dunkel hat in älterer Zeit öfter falsche Deutungen erfahren und zur Annahme eines Kernes in den Säugethierblutkörperchen verführt. Wirklich kernhaltige Blutkörperchen, wie z. B. jene des Frosches, zeigen in der Profilstellung die Mitte der Scheibe nicht konkav, sondern leicht konvex (Fig. 1330, *b*). Werden die Blutkörperchen kugelig, was in defibrinirtem Blute nach langem Stehen, ferner unter Einwirkung verdünnter, indifferenter Salzlösung, im Beginne der Wasserwirkung u. s. w. eintritt, dann wird die Lichtvertheilung ähnlich wie in einem Oelkügelchen, d. h. das Körperchen wirkt nun wie eine kugelige Linse, deren Brennpunkt über der Mitte gelegen ist und daher die grösste Helligkeit der Mitte bei hoher Einstellung erkennen lässt. Das Kugeligwerden der Blutkörperchen wird oft als Quellung bezeichnet, doch ist der Durchmesser der Scheibe stets grösser, als der des kugelig gewordenen Blutkörperchens und häufig ist der Durchmesser der Kugel so klein, dass eine Volumzunahme nicht angenommen werden kann. Die rothen Blutkörperchen sind ungemein elastisch dehnbar und können durch Druck zu den abenteuerlichsten Formen verzerrt werden, kehren aber zu ihrer natürlichen Scheibenform zurück, wenn sie vom Drucke befreit werden (*A. Rollett*). Die Geschmeidigkeit, mit welcher die rothen Blutkörperchen auch durch enge Oeffnungen dringen können, befähigt sie, unverletzte Gefässwände zu durchsetzen, welcher Vorgang als Diapedesis bezeichnet wird. Zertrümmert man Blutkörperchen, was gelingt, wenn

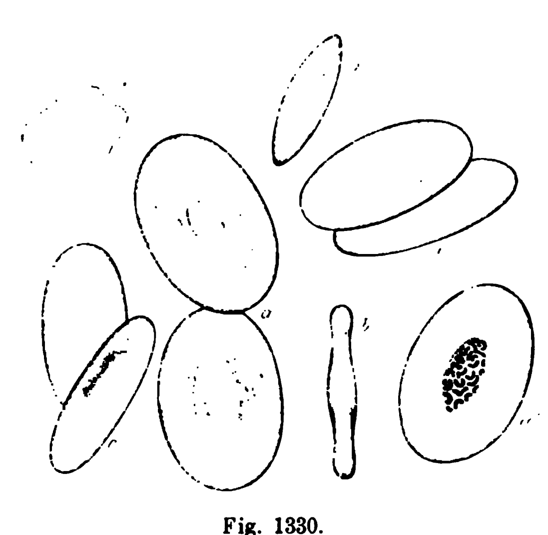


Fig. 1330.

Fig. 1330. Blut vom Frosch (*R. esculenta*), frisch. Vergr. 700. *a* Rothe Blutkörperchen von der Fläche, *a'* mit scharf hervortretendem Kerne, *b* Profilstellung, *c* schräge Ansichten; *d* kleines Körperchen; *e* Leukocyt.

man einen Bluttropfen zwischen zwei Glasplatten zusammendrückt und die Platten dann rasch auseinander reisst, so kann man Bruchstücke von Scheiben sehen, welche den unverletzten Scheiben in Farbe und homogener Beschaffenheit vollständig gleichen; ein Beweis, dass die Blutkörperchen keinen in der Art flüssigen Inhalt besitzen, dass derselbe ganz oder zum Theile ausfliessen könnte (*von Vintschgau*). Dagegen werden durch Schütteln von Blut mit Quecksilber oder — jedoch weniger rasch — mit unlöslichen Pulvern (Bimsstein, Sand, Glas, Blei, Kupfer, Eisen) die Blutkörperchen völlig zerstört, wobei das Hämoglobin in Lösung geht (*Meltzer* in Johns Hopkins Hospit. Rep. Vol. IX p. 135). Die rothen Blutkörperchen haben die Neigung, in einem frisch präparirten Bluttropfen sich mit ihren Flächen oft zu vielen, wie eine Rolle von Münzen, aneinander zu legen. Man bezeichnet diese Erscheinung als Geldrollenbildung (Fig. 1329, *c*), wobei ein gewisser Grad von Klebrigkeit der Blutkörperchen eine wesentliche Rolle zu spielen scheint. Amöboider Formveränderungen sind die rothen Blutkörperchen nicht fähig. Bei gewissen Erkrankungen (Anämien) kommen aber mannigfach missstaltete, noch unter den Augen des Beobachters ihre Form ändernde Blutkörperchen vor (Poikilocytose), welche Formveränderungen jedoch mit der amöboiden Bewegung eines Leukocyten keine Aehnlichkeit haben, sondern den später zu erwähnenden, bei der Erhitzung von Blut auftretenden Erscheinungen zu vergleichen sind. Wird ein Bluttropfen rasch in dünnster Schicht ausgebreitet und getrocknet, so bewahren die rothen Blutkörperchen, welche dem Glase ankleben, ihre Scheibenform und nahezu ihre natürliche Grösse. Bei unvorsichtigem Verfahren erhält man aber die mannigfachst verzerrten Formen. Die getrockneten und fixirten Blutkörperchen zeigen die centrale Konkavität, die sogenannte Delle, beziehungsweise die durch dieselbe bedingte Lichtvertheilung sehr deutlich, sei es, dass man dieselben trocken, oder nach vorausgehender Färbung, in Lack untersucht. Bei der künstlichen Färbung zeigt auch die dickere Randpartie eine viel dunklere Farbe, als die dünne Mitte, was sich aus der Form der Scheibe erklärt, ohne dass man eine materielle Verschiedenheit von Peripherie und Mitte anzunehmen genöthigt wäre. Häufig erfahren die Blutscheiben beim scharfen Trocknen eine enorme Verdünnung der centralen Delle und es kommt auch nicht selten zum wirklichen Durchbrechen der Mitte in Form rundlicher oder auch sternförmiger Risse.

Trotz der Formbeständigkeit, welche die rothen Blutkörperchen im normalen Blutplasma und beim Trocknen zeigen, sind dieselben doch äusserst empfindliche Gebilde, welche durch äussere Einwirkungen sehr leicht verändert und zerstört werden.

Setzt man frische Blutpräparate — die man auf eine dünn ausgestrichene Vaselinschicht brachte und bei Vermeidung der Verdunstung durch Umrahmung mit Vaselin — längere Zeit einer Temperatur von 26—29° aus (*Maragliano*), so tritt an den Blutkörperchen eine Verdickung des Randes auf, wodurch die Mitte tief eingezogen, wie leer, scheinbar durchlöchert, als heller Fleck erscheint. Gewöhnlich erfolgt die Aufwulstung des Randes in unregelmässiger Weise, wodurch der centrale helle Theil die mannigfaltigsten Formen, selbst sternartige Figuren oder mehrfache Flecken, welche ihre Form und Anordnung ändern, zeigen kann. Sehr oft erfolgt die Verdickung des Randes nur auf einer Seite der Scheibe, wodurch das Blutkörperchen eine glocken- oder mützenförmige

Gestalt annimmt. Unter pathologischen Verhältnissen kommen alle diese Veränderungen, welche eine Form der sogenannten Poikylocytose darstellen, schon im frischen Blute zur Beobachtung und wurde denselben insbesondere von *Maragliano* und *Castellino* (in Zeitschr. f. klin. Med. 21. Bd. S. 415) eine besondere Bedeutung, als Zeichen des Absterbens (Nekrose) der Blutkörperchen, zugeschrieben. Häufig kommen solche Bilder im Blute von Leichen bei beginnender Fäulniss vor. Nicht selten erhält man sie, wenn ganz frisches Blut mit 0,75 %iger Kochsalzlösung, der man Methylviolettlösung bis zur intensiven Blaufärbung zugesetzt hat, gemischt wird (Fig. 1331). Im weiteren Verlaufe der Veränderungen, welche solche Blutkörperchen erfahren, sieht man auch die Bildung von Kugeln, indem die centralen Flecken verschwinden; auch Abschnürungen von Tropfen kommen vor. Wesentlich ähnliche Veränderungen der Blutkörperchen erhält man auch in der für die mikroskopische Beobachtung eingerichteten Gaskammer beim Zuleiten von Dämpfen von Aether, Chloroform, Alkohol und Schwefelkohlenstoff, wobei das Blut schliesslich durch Auflösung des Blutfarbstoffes in der Flüssigkeit, beziehungsweise nach Entfärbung der Kugeln und Tropfen, lackfarbig wird.



Fig. 1331.

Bisweilen beobachtet man in den frischen Blutkörperchen, namentlich in den grossen der Amphibien, einzelne oder mehrere Flüssigkeitströpfchen, Vakuolen, welche durch ihren röthlichen Ton bei mittlerer Einstellung, durch ihre Helligkeit bei tiefer und ihre Dunkelheit bei hoher Einstellung kenntlich sind. Zahlreicher treten solche Vakuolen bei Zusatz von Ammoniumchlorid auf. Die Deutlichkeit, mit welcher die Vakuolen hervortreten, könnte den Verdacht erwecken, dass es sich um Gasbläschen handle, erklärt sich aber genügend durch das relativ starke Lichtbrechungsvermögen und die völlig optisch homogene Beschaffenheit der Substanz der Blutkörperchen. Vakuolenbildungen in allen Blutkörperchen entstehen bei Amphibien und Sauropsiden bei Vergiftungen der Thiere mit Lupedidinen (*Gaule, Gürber*) und mit Piperidin (*Van Ackeren* in Diss. Würzburg 1894), nicht aber bei direktem Zusatze dieser Gifte zum Blute.

Sehr häufig tritt sofort am frischen Präparate an einzelnen oder vielen Blutscheiben eine Veränderung ein, welche man als sternförmige Verschrumpfung bezeichnet. Sie besteht darin, dass der Rand des Blutkörperchens gezackt wird und ausserdem auch an den Flächen der Scheibe höckerförmige Fortsätze hervortreten (Fig. 1329 *f*). Man bezeichnet solche Körperchen als maulbeerförmig, obwohl sie eigentlich mit Höckern besetzte Scheiben sind. Untersucht man Blut im hängenden Tropfen in einer Gaskammer, so kann man, wie *S. Stricker* zeigte, durch Zuleiten von Kohlensäuregas die sternförmige Verschrumpfung wieder zum Verschwinden bringen, während sie sonst stationär bleibt. Wasser macht die Scheiben erst kugelig, worauf sie

Fig. 1331. Blut vom Menschen, frisch mit 0,75 % NaCl und Methylviolett behandelt. Vergr. 700. *a* Normales rothes Blutkörperchen; *b* verschiedenartige Veränderungen durch Verdickung des Randes mit Auftreten von vakuolenartigen Flecken *in der Aufsicht*; *c* in Profilstellung; p Blutplättchen.

bald ihren Farbstoff in die umgebende Flüssigkeit abgeben. Es bleibt dann nur mehr ein farbloser, unter dem Mikroskop wegen seines dem Wasser nahestehenden Lichtbrechungsvermögens kaum sichtbarer Rest, ein sogenannter „Blutschatten“ übrig. Bei beschränkter Wasserwirkung, welche man dadurch erzielt, dass man ein frisch angefertigtes Blutpräparat, ehe ein Eintrocknen des Blutes am Rande des Deckglases erfolgt ist, auf einige Stunden in eine feuchte Kammer bringt, bemerkt man, dass die Blutkörperchen zum grossen Theile in Kugeln sich umwandeln, deren Durchmesser etwas mehr als die Hälfte jenes der ursprünglichen Scheibe beträgt. Die Kugeln erscheinen zugleich deutlich röthlich gefärbt, ungefähr so wie ein im Profil gesehenes Blutkörperchen. Mischt man in einer Eprouvette defibrinirtes Blut mit einer grösseren Menge Wasser, so wird das vorher undurchsichtige, das Licht stark reflektirende, „deckfarbige“ Blut nun durchsichtig, dunkel „lackfarbig“, was sich eben durch Auflösung des Hämoglobins in der Flüssigkeit erklärt. Auch ohne Wasserzusatz kann man einen Austritt des Hämoglobins aus den Blutkörperchen und Lösung desselben, ein „Lackfarbigwerden“ des Blutes (*Rollett*), bewirken, wenn man Blut rasch frieren und wieder aufthauen lässt oder dasselbe den Entladungsschlägen einer *Leydener* Flasche aussetzt. Führt man den letzteren Versuch nach *Rollett*'s Angabe in der Weise unter dem Mikroskop aus, dass man als Elektroden einen mit Stanniol überzogenen Objektträger benützt, aus dessen mittlerem Theil für die Aufnahme des Blutpräparates ein 6 mm breiter Streifen reiner Glasfläche querüber ausgekratzt ist und eine *Leydener* Flasche von 500 qcm Oberfläche, bei einer Schlagweite von 1 mm, so beobachtet man, wenn die Ent-



Fig. 1332.

ladungen in Intervallen von 3—5 Minuten sich folgen, konstant eine Reihe eigenthümlicher Veränderungen. Die scheibenförmigen Blutkörperchen (Fig. 1332 *a*) bekommen zunächst Einkerbungen am Rande und werden rosettenförmig (*b*). Die Einkerbungen werden zahlreicher, das Körperchen wird maulbeerförmig (*c*) und die Scheibenform geht verloren, es kommt zur Bildung einer Stechapfelform mit sehr spitzen Fortsätzen (*d*). Endlich verschwinden die Fortsätze, das Körperchen wird zu einer gefärbten Kugel (*e*), die endlich verblasst und einen Blutschatten zurücklässt. Diese Veränderungen, welche, wie *Rollett* in neuerer Zeit nachwies (in *Pflüger*'s Arch. 82. Bd.), auch durch Kondensatorentladungen, nicht aber durch Induktions- und konstante Ströme hervorgerufen werden können, sind weder durch Wärmewirkung, noch durch Elektrolyse bedingt. Durch Versuche im Grossen, bei welchen defibrinirtes Blut in verschieden gestaltete Leiter gebracht wurde, stellte *Rollett* fest, dass bei der Aufhellung und dem endlichen Lackfarbigwerden des Blutes die Wirkungen aufeinander folgender Kondensatorentladungen sich addiren, dass die Aufhellung von der Dichte des Stromes

Fig. 1332. Successive Veränderungen eines rothen Blutkörperchens unter der Einwirkung der Entladungsschläge einer Leydener Flasche. Nach *A. Rollett*.

abhängt und dieser proportional ist, ausserdem aber abhängt von einer Grösse, die für verschiedene Blutarten verschieden ist und die *Rollett* als specifische Resistenz der Blutkörperchen bezeichnet. *Rollett* erklärt die Wirksamkeit der Kondensatorentladungen gegenüber der Unwirksamkeit beziehungsweise nur elektrolytischen und thermischen Wirkung der konstanten und der Induktionsströme, durch die Thatsache, dass im defibrinirten Blute wesentlich nur das Serum ein Leiter ist, während die rothen Blutkörperchen fast wie Isolatoren wirken. Von Kondensatorentladungen werden diese Isolatoren durchbrochen, während Induktions- und konstante Ströme nur durch das Serum gehen. Durch Zucker- und Salzlösungen kann man die specifische Resistenz der Blutkörperchen beträchtlich steigern. Zuckerlösungen setzen aber die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit herab, während konzentrirtere Salzlösungen sie im Gegentheile beträchtlich erhöhen. Dementsprechend gelingt es, mit Zucker versetztes Blut immer, auch wenn die Zuckerlösung sehr konzentrirt ist, durch Kondensatorentladungen lackfarbig zu machen, während dies bei stärker gesalzenem Blute nicht mehr gelingt. Das Auftreten der Rosetten-, Maulbeer- und Stechapfelform bei Kondensatorentladungen erinnert an Veränderungen, welche gelegentlich auch spontan auftreten; sie sind aber ebensowenig, als diese, amöboiden Bewegungen vergleichbar, da die einmal eingetretene Veränderung lange Zeit bestehen bleibt, wenn keine weiteren Entladungsströme durch das Präparat gehen. Da die Versuche auch noch mit Blut sich ausführen lassen, das monatelang ausserhalb des Organismus konservirt wurde und ebenso mit solchem, das durch Kohlenoxyd vergiftet wurde, muss man überhaupt den Gedanken aufgeben, diese Veränderungen der rothen Blutkörperchen den Reaktionen von lebendem Protoplasma auf Reize gleich zu stellen.

Beim Erwärmen des Blutes auf Temperaturen über 50° C. treten Veränderungen auf, welche von den eben geschilderten in wesentlichen Punkten verschieden sind (Fig. 1333). Wie *Beale* zuerst sah und *Max Schultze* genauer verfolgte, bekommen die Blutkörperchen erst seichte, dann tiefe Einkerbungen, weiter kommt es zur Abschnürung von Tropfen, oder es ziehen sich die Blutkörperchen zu vielgestaltigen Formen aus, oder sie schnüren perlschnurartige Fäden ab, welche zu mehreren von einem Blutkörperchen ausgehen können. Die Temperatur, bei welchen diese Veränderungen auftreten, liegt nach *M. Schultze* bei 52°, nach späteren genaueren Bestimmungen von *W. Engelmann* zwischen 56—60°. Die Blutkörperchen werden durch die Abschnürungen zu immer kleiner werdenden kugeligen Stücken, die schliesslich, wie die abgeschnürten Fäden, welche zu kleinsten Tröpfchen sich zertheilen können, bei 64° sich entfärben, wodurch das Blut lackfarbig wird, und von den Kügelchen und Tröpfchen wieder farblose Schatten übrig bleiben. *L. Hermann* glaubt, dass die sonderbaren

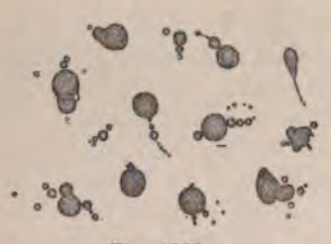


Fig. 1333.

Fig. 1333. Blut vom Menschen auf ca. 56° erhitzt. Vergr. 700. Mannigfaltig verzerrte, gewölbte und fast kugelige Blutkörperchen, ferner abgeschnürte kugelige noch hämoglobinhaltige Tröpfchen und perlschnurförmige Fäden, welche zum Theil noch mit *den kugeligen* grossen Körperchen zusammenhängen.

Vorgänge beim Erhitzen der Blutkörperchen durch Schmelzen zu erklären seien und dabei der Gehalt der Blutkörperchen an fettartigen Substanzen (Lecithin, Cholesterin) in Betracht komme. Wenn auch *A. Rollett* diese spezielle Vorstellung aus dem Grunde verwirft, weil die genannten Stoffe einen minimalen Theil der Blutkörperchen bilden, so liegt derselben doch wohl der richtige Gedanke zu Grunde, dass es sich um einen Vorgang handelt, bei dem keine Reizwirkungen von lebendem Protoplasma, sondern einfachere chemisch-physikalische Prozesse in Frage kommen.

Diese Abschnürungen erinnern an Veränderungen, wie sie zuerst von *Rindfleisch* und *Preyer* im Extravasatblut beobachtet wurden; die Anfangsveränderungen an die bei Anämie vorkommende Poikilocytose (siehe oben). Zerklüftungen und Zerschnürungen von Blutkörperchen erhält man auch durch Zusatz von Harnstofflösungen, wie zuerst *Hünefeld* (1840) und *Koelliker* (1855) beobachteten, ferner mit Jodwismutkalium, wie *Böttcher* fand. Das Austreiben und Abschnüren von feinen Fäden und Tropfen konnte *J. Arnold* (Münchener med. Wochenschr. 1896) insbesondere mit 10⁰/₀iger Jodkaliumlösung aber auch in den mesenterialen Blutgefässen lebender Mäuse beobachten; *Meltzer* (l. c.) sah dasselbe beim Schütteln des Blutes mit Quecksilber. *A. Addison* beschrieb schon vor vielen Jahren (1861) das Fadentreiben nach geringem Alkalizusatz zum Blute.

Von den zahllosen Versuchen über die Wirkung von Reagentien auf die rothen Blutkörperchen verdienen vor allem jene mit S a l z e n Erwähnung. Chlornatrium und die Mehrzahl jener unorganischen Salze der fixen Alkalien und alkalischen Erden, welche keine Niederschläge erzeugen, wirken im Allgemeinen so, dass sehr verdünnte Lösungen das Blut lackfarbig machen, etwas stärkere Konzentrationen die Blutkörperchen anscheinend intakt erhalten oder nur sternförmiges Verschrumpfen oder Kugeligwerden bewirken, mittlere Konzentrationen dagegen die weiche dehnbare und elastische Beschaffenheit aufheben und dieselben in starre, spröde, leicht zu zertrümmernde, dabei mannigfach verbogene, anscheinend auch verkleinerte Gebilde umwandeln. Man bezeichnet diese Veränderung durch konzentrirte Salzlösungen als S c h r u m p f u n g. Gesättigte Salzlösungen oder Salz in Substanz dem Blute zugesetzt (Kochsalz, Glaubersalz, Bittersalz) bewirken nur im Anfange Schrumpfung, bald aber werden die Blutkörperchen rund, verblassen und lassen Schatten zurück (*Koelliker*). Versetzt man eine Reihe gleicher Blutvolumina mit je dem zehnfachen Volum verschiedener schwacher Konzentrationen einer Salzlösung und lässt nach dem Mischen durch Schütteln die Blutkörperchen sich zu Boden senken, so bemerkt man, dass bei den geringsten Konzentrationen sich die überstehende Flüssigkeit mit Hämoglobin gefärbt hat, während von einer gewissen Konzentration an die Flüssigkeit ungefärbt bleibt, somit kein Austreten von Hämoglobin aus den Blutkörperchen stattfand. Solche Versuche hat zuerst *Hamburger* (1886) auf Anregung von *Donders* mit Rücksicht auf die messenden Versuche von *de Vries* über die sogenannte Plasmolyse bei Pflanzenzellen (Ablösung des Protoplasmakörpers von der Cellulosenmembran) angestellt. *Hamburger* bestimmte die Konzentration der Lösung, welche eben noch den Austritt von Hämoglobin aus den Blutkörperchen verhinderte. Eine solche Lösung wird als i s o t o n i s c h bezeichnet, Lösungen geringerer Konzentration als h y p i s o t o n i s c h, Lösungen

von höherer Konzentration als **hyperisotonisch**. Vergleicht man die Prozentgehalte der isotonischen Lösungen verschiedener Salze einbasischer Säuren für eine bestimmte Blutart, so zeigt sich, dass diese Prozentgehalte durch die Molekulargewichte der betreffenden Salze dividirt nahezu dieselbe Zahl ergeben. Für Salze mehrbasischer Säuren und andere Verbindungen ergeben sich komplizirtere Verhältnisse. Der Werth dieser Konstanten ist für verschiedene Blutarten (Mensch, Hund, Kaninchen etc.) verschieden, aber auch für dieselbe Blutart merklich verschieden, je nachdem das Blut mit Sauerstoff oder Kohlendioxyd gesättigt ist. So ist nach *v. Limbeck* menschlichem Blute, das mit Luft geschüttelt wurde, eine 0,46—0,5%ige Chlornatriumlösung isoton, nach Einleitung von Kohlendioxyd steigt die Konzentration der isotonischen Lösung auf 0,56%. Noch auffallender ist der Unterschied zwischen Pferdeblut, das mit O oder CO_2 gesättigt ist. Ersteres ist einer 0,54—0,56%igen Chlornatriumlösung isoton, letzteres einer bedeutend höher konzentrirten Lösung bis 0,68%. Mit Chlorammonium lassen sich keine isotonischen Lösungen herstellen, da dieses Salz in jeder Konzentration Hämoglobinaustritt bewirkt. Die Konzentration isotonischer Salzlösungen wird als Maass der **Resistenz der Blutkörperchen** benützt. Dieselbe ist um so grösser, je geringer die isotonische Konzentration ist. Da in etwas hyperisotonischen Salzlösungen die rothen Blutkörperchen sehr gewöhnlich sternförmig verschrumpfen, ist dieser Zustand wahrscheinlich auf Wasserentziehung zu beziehen. Mit dieser Deutung stimmt die Thatsache, dass die spontane, sternförmige Verschrumpfung durch Zuleiten von Kohlendioxyd aufgehoben werden kann (siehe oben). Durch Kohlendioxyd wird eben die Resistenz der Blutkörperchen herabgesetzt, d. h. die isotonische Konzentration steigt. Das Studium der Bedingungen, unter welchen das Hämoglobin in den Blutkörperchen festgehalten wird, mit Hilfe der isotonischen Salzlösungen, ergiebt, dass dieselben in ähnlicher Weise mit dem osmotischen Aequivalente der betreffenden Salze zusammenhängen, wie die Plasmolyse in den Pflanzenzellen. Daraus folgt aber nicht der Schluss, dass die Blutkörperchen eine feste Membran und innerhalb derselben einen unter dem Einflusse verschieden konzentrirter Salzlösungen entweder turgescirenden oder schrumpfenden Plasmakörper besitzen, da es sich ja bei den Blutkörperchen wesentlich um den Austritt von Hämoglobin aus den Körperchen, bei der Plasmolyse aber nicht um den Austritt von Plasma, sondern um die Störung des osmotischen Gleichgewichtes zwischen dem in einer Cellulosemembran eingeschlossenen Plasmakörper und der denselben umgebenden Flüssigkeit handelt. Die Isotonieversuche haben aber für die Vorstellung über den Bau der Blutkörperchen insoferne ein besonderes Interesse, als man aus denselben wohl den Schluss ziehen darf, dass der normale Bestand und die normale Form eines Blutkörperchens wesentlich von einem osmotischen Gleichgewichtszustande zwischen umgebender Flüssigkeit und Blutkörperchen abhängig ist. Hiefür spricht auch die von *Hamburger* (in *Virchow*'s Arch. 141. Bd.) gefundene Thatsache, dass in Salzlösungen kugelig gewordene Blutkörperchen in ihr eigenes Serum zurückgebracht, wieder die normale Scheibenform annehmen und sogar wieder die geldrollenförmige Anordnung zeigen können.

Der osmotische Gleichgewichtszustand besteht zwischen den Salzen und dem Wasser des Blutkörperchens einerseits und der umgebenden Flüssigkeit anderseits. Das Hämoglobin bleibt so lange ungelöst, als das osmotische

Gleichgewicht nicht wesentlich gestört wird. Die Lösung des Hämoglobins erfolgt sowohl in sehr verdünnten, als in übermässig konzentrirten Salzlösungen. In welchem Zustande das Hämoglobin in den Blutkörperchen sich befindet, ist schwer festzustellen. *Rollett* kommt zu dem Schlusse, dass dasselbe als amorphe, nicht flüssige Substanz das Körperchen erfüllt, denn der Hämoglobingehalt ist zu gross (nach den Analysen von *Bunge* berechnet circa 32 %), als dass derselbe in dem Wasser der Blutkörperchen (circa 63 %) gelöst sein könnte, was einer Hämoglobinlösung von 33,6 % entsprechen würde. So konzentrirte Hämoglobinlösungen können aber nach anderweitigen Erfahrungen nicht bestehen und es darf daher bei der Lösung des Blutfarbstoffes der Blutkörperchen nicht an einen einfachen osmotischen Vorgang zwischen zwei Lösungen gedacht werden.

Wie mit Salzen kann man auch mit Zucker isotonische Lösungen herstellen.

Von den Reagentien, welche das Blut lackfarbig machen, verdienen noch besondere Erwähnung: 1. Die Galle und die gallensauren Salze. 2. Das Blutserum anderer Thierarten. Diese letztere, von *Landois* zuerst festgestellte Thatsache ist in neuerer Zeit Gegenstand vielfacher Untersuchungen geworden. Die „hämolytische" Wirkung eines Blutserum auf diesem Serum fremde Blutkörperchen beruht nicht auf einer Hypisotonie des betreffenden Serum, sie muss vielmehr als eine specifische, in der für jede Thierart verschiedenen chemischen Beschaffenheit des Blutes begründete Erscheinung betrachtet werden. Die Blutkörperchen zerstörende „globulicide" Kraft des Serum eines Thieres *A* für die Blutkörperchen eines Thieres anderer Art *B* wird wesentlich gesteigert, wenn dem Thiere *A* mehrere Tage vorher einmal oder wiederholt Blut eines Thieres von der Art *B* injizirt wurde (*Bordet*, *v. Dungeren* in Münchener med. Wochenschr. 1899). Es sind diese Erfahrungen ganz analog den bei der Immunisirung gegen Bakteriengifte u. s. w. gemachten Beobachtungen. Die täglich sich mehrenden einschlägigen Thatsachen können hier nicht weiter besprochen werden. Es sei nur z. B. erwähnt, dass man durch Einspritzung von Spermien ein „spermiocides" Serum erzeugen kann (*Landsteiner*). Den gegenwärtigen Stand dieser für die gesammte Biologie eminent wichtigen Fragen behandelte in kritischer Darstellung jüngst *M. Gruber* (Zur Theorie der Antikörper, in Münchener med. Wochenschr. 1901 Nr. 46—49).

Die Wirkung der Säuren und Alkalien, wenn sie in wässerigen Lösungen dem Blute zugesetzt werden, ist eine Kombination mit der Wirkung des Wassers, während bei schwacher Elektrolyse zunächst nur die reine Säure- oder Alkaliwirkung zur Beobachtung kommt, wie sie *W. Addison* bei geringem Säure- und Alkalizusatz in hyperisotonischen Zucker- und Salzlösungen beobachtete. Letztere besteht darin, dass die Körperchen bei Säurezusatz glatt und glänzend, bei Alkalizusatz höckerig und rauh werden. Ferner bewirkt eine Spur Säure eine Erhöhung, eine Spur Alkali eine Verminderung der isotonischen Konzentration (*Hamburger*).

Säuren in wässerigen Lösungen führen in der Regel zur Entfärbung der Blutkörperchen unter gleichzeitiger Bildung von Niederschlägen in der Flüssigkeit und in den Blutkörperchen. Von besonderem Interesse ist die Wirkung verdünnter Essigsäure, welche als ausgezeichnetes Mittel thierische Zellkerne sichtbar zu machen bekannt ist. Niemals sieht man — von embryonalen

Blutkörperchen abgesehen — in Säugethierblutkörperchen, welche sich entfärben und einen farblosen, blassen, körnigen Rest zurücklassen, Zellkerne hervortreten, während gleichzeitig die Kerne der Leukocyten scharf sichtbar werden. Noch überzeugender wird die negative Kernreaktion bei gleichzeitiger Einwirkung eines kernfärbenden Farbstoffes, etwa Bismarckbraun in Essigsäure gelöst. Während die Leukocytenkerne sich intensiv braun färben, nehmen die entfärbten rothen Blutkörperchen nur einen blass gelblichen Ton in ihrer ganzen Ausdehnung an, ohne dass ein differenzirtes Kerngebilde sichtbar würde. Dagegen treten an den Blutkörperchen der niederen Wirbelthiere bei dieser Behandlung die Zellkerne ungemein deutlich hervor. Die Ueberosmiumsäure in Lösungen von 1% und darüber härtet und erhält die Blutkörperchen in ihrer Form und Homogenität und verleiht denselben einen gelblichgrauen Farbenton.

Während die wässerigen Lösungen von Säuren und alle die bisher besprochenen Einwirkungen, welche das Blut lackfarbig machen, stets farblose Reste der Blutkörperchen zurücklassen, bewirken verdünnte wässerige Lösungen von Alkalien, sowie Kalk- und Barytwasser eine gänzliche Auflösung der Blutkörperchen. Die Blutkörperchen quellen zu farbigen Kugeln auf und verschwinden dann plötzlich. Bei der Beobachtung unter dem Mikroskop hat man den Eindruck des Platzens der Kugeln, da sie zunächst sich vergrössern, dann aber momentan in der Flüssigkeit verschwinden. Anders ist die Wirkung konzentrirter Kali- oder Natronlauge von 30—35%, in welcher die Blutkörperchen sich nicht lösen. *Donders* hat zuerst konzentrirte Lauge empfohlen, um in getrockneten, zusammen gebackenen Blutkrusten, in welchen die Blutkörperchen nicht mehr zu erkennen sind, die Blutkörperchen zu isoliren und in ihrer Form deutlich zu machen. *Koelliker* hebt hervor, dass starke Laugen die Blutkörperchen ungemein verkleinern, während nachträglicher Wasserzusatz eine enorme Quellung (bis auf 13 μ beim Menschen) hervorruft. *A. Rollett* (in Mittheil. d. Vereines d. Aerzte in Steiermark 1875/76) untersuchte die Wirkung starker Laugen in der Weise, dass er einen kleinen Tropfen frischen Blutes mit einem grossen Tropfen Lauge mischte. Dabei zeigte sich, dass die Blutkörperchen zuerst kugelig werden, dann stark quellen, ihren Farbstoff abgeben, das Blut wird lackfarbig, wobei das Hämoglobin zugleich zersetzt wird. Erst nachträglich schrumpfen die gequollenen, ihres Farbstoffes beraubten Blutkörperchen stark zusammen und nehmen wieder zersetzten Farbstoff auf und bieten nun ein Bild dar, das dem ursprünglichen Blutkörperchen, abgesehen von der bräunlichen Farbe, ziemlich ähnlich ist, ein Zustand, der nun längere Zeit bestehen bleibt.

Die Form der durchaus kernlosen rothen Blutkörperchen der Säugethiere ist mit wenigen Ausnahmen, wie beim Menschen, die einer bikonkaven Kreisscheibe. Nur bei den Gattungen *Camelus* und *Auchenia* finden sich elliptische Scheiben. Die kernhaltigen Blutkörperchen der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische sind dagegen fast durchaus elliptische Scheiben, nur bei den Neunaugen (*Petromyzon*) und Querdern finden sich kernhaltige Kreisscheiben. Bei dem amerikanischen urodelen Amphibium *Batrachoseps attenuatus* kommen, wie *Eisen* fand und *Giglio Tos* (in Anat. Anz. 15. Bd., S. 2[illegible]) bestätigt, merkwürdiger Weise neben kernhaltigen elliptischen rothen Blutscheiben weit zahlreichere, meist sehr kleine, kernlose, rothe Blutkörperchen vor. Nach *Giglio Tos* (in Anat. Anz. 13. Bd., S. 104) sollen im Embryonalblute aller Wirbelthiere kernlose Fragmente rother Blutzellen sich finden.

Die **Grösse** der Blutkörperchen ist eine sehr wechselnde bei verschiedenen Thieren. Die kleinsten Blutkörperchen kommen im Allgemeinen den Säugethieren zu, die grössten den Amphibien. Innerhalb der einzelnen Ordnungen der Wirbelthiere herrschen aber noch mannigfaltige Verschiedenheiten der Grösse, die in keiner Beziehung zur Grösse der Thiere stehen. Unter den Säugethieren besitzen die Hufthiere im Verhältnisse zu ihrer Grösse kleine Blutkörperchen und unter diesen das Moschusthier, soweit bekannt, überhaupt die kleinsten (*Moschus javanicus* 2,5 μ). Nur wenige Säugethiere besitzen bedeutend grössere Blutkörperchen als der Mensch: so der Elefant (9,4 μ) und das Faulthier (*Bradipus didactylus* 9,1 μ). Messungen der Durchmesser der Blutkörperchen wurden in grosser Zahl besonders sorgfältig von *Welcker*, später von *Gulliver*, *Hayem*, *Malassez*, *Manassein*, *Gram*, *Bethe* u. A. ausgeführt, doch sind die Messungen verschiedener Beobachter unter sich nicht strenge vergleichbar, da sie unter verschiedenen Bedingungen angestellt sind. Unter den Hausthieren haben das Meerschweinchen (7,48 μ), der Hund (7,3), das Kaninchen (6,9), die Katze (6,5) Blutkörperchen, deren Durchmesser von jenem der menschlichen nur wenig verschieden, wenn auch in der Mittelzahl etwas kleiner ist. Bedeutend kleinere Blutkörperchen als der Mensch besitzen das Schwein (6,0 μ), das Pferd (5,6) und die Wiederkäuer [Rind (5,6), Schaf (5,0), Ziege (4,1)]. Da aber selbst die kleinsten der hier angeführten Mittelzahlen noch innerhalb der beim Menschen auftretenden Minima liegen, ist die Unterscheidung von Menschen- und Säugethierblut auf Grund von Messungen der Blutkörperchendurchmesser schwierig. *Bethe* hat Unterschiede in der prozentischen Vertheilung der verschiedenen Durchmesser von den Minima bis zu den Maxima bei verschiedenen Thieren gefunden und erhielt, indem er diese prozentische Vertheilung (siehe oben beim Menschen) graphisch darstellte, für verschiedene Thiere charakteristische Kurven. Beim Meerschweinchen stimmte aber diese Kurve mit der für den Menschen gefundenen überein. Während bis in die neueste Zeit zur Entscheidung der in forensischer Beziehung oft wichtigen Frage, ob Menschen- oder Säugethierblut vorliegt, nur die Grösse der rothen Blutkörperchen herangezogen werden konnte, wird diese Frage in Zukunft vielleicht auf andere Weise gelöst werden können; nämlich auf dem Wege der biologischen Differenzirung der Eiweisskörper. Wie *Ulenhuth* (in Deutsche med. Wochenschr. 1901 Nr. 6, S. 82) fand, giebt ein durch intraperitoneale Einspritzungen von Blut eines Thieres der Art A vorbehandeltes Kaninchen ein Blutserum, das einer Lösung von Blut der Thierart A zugesetzt in dieser, nicht aber in Blutlösungen von anderen Thierarten, eine Trübung hervorruft.

Die kernhaltigen, elliptischen Blutkörperchen sind im Allgemeinen grösser, als die kernlosen Scheiben der Säugethiere. So betragen die Durchmesser beim **Sperling** 11,9 μ und 6,8 μ, beim **Huhne** 12,1 und 7,2, bei der **Ente** 12,9 und 8, bei der **Taube** 14,7 und 6,5. Noch grösser sind die Blutkörperchen der Reptilien, so bei der **Eidechse** (*Lacerta agilis*) 15,7 μ und 9,1 μ, bei der griechischen **Schildkröte** 21,2 und 12,4, bei der **Ringelnatter** 22 und 13. Die grössten Blutkörperchen besitzen die Amphibien: *Rana temporaria* 22,3 μ und 15,7 μ, *Triton cristatus* 29,3 und 19,5, *Salamandra maculosa* 37,8 und 23,8, *Proteus* 58 und 33. Die grössten bekannten Blutkörperchen besitzt *Amphiuma tridactylum*. Ihr Längsdurchmesser beträgt beiläufig 80 μ. Die Blutkörperchen der Salamander sind so gross, dass man bereits mit einer mässig vergrössernden Lupe dieselben als Körnchen im strömenden Blute erkennt.

Die Blutkörperchen der **Fische** sind im Allgemeinen kleiner als die der Amphibien; bei den **Knochenfischen** 13—17 μ lang, ähnlich bei den **Stören**. Beträchtlich grösser sind sie bei den **Haifischen** und **Rochen**, etwa 22—33 μ, am grössten bei den **Dipnoërn** (*Lepidosiren* 41 μ lang, 29 μ breit). Die kreisscheibenförmigen Blutzellen von *Petromyzon* sind ca. 15 μ gross, *Myxine* hat elliptische Blutkörperchen. *Amphioxus* hat keine und die in neuerer Zeit als Larvenformen von Knochenfischen (*Muraenoiden*) erkannten Gattungen *Leptocephalus* und *Tilurus* nur farblose Blutzellen, dagegen *Helmichthys* und *Hyoprorus* rothes Blut (*Koelliker*). Bezüglich der mittleren Grösse der Blutkörperchen sei noch bemerkt, dass dieselbe, wie schon oben erwähnt wurde, bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten, aber auch in Folge von äusseren Einwirkungen schwanken kann. Nach Versuchen im Grossen fanden *v. Limbeck* (in Arch. f. experim. Path. u. Pharm. 35. Bd.) und *Gürber* (in Verh. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg 1895) beim Schütteln des Blutes mit

Kohlendioxyd eine Volumszunahme der Blutkörperchen. Bei den nicht ganz einwandfreien und bedeutende Fehler nicht ausschliessenden Methoden solcher Volumsbestimmungen, ist die Sicherheit des Resultates einigermassen fraglich. Die Befunde *Manassein*'s (Ueber die Dimensionen der rothen Blutkörp., Berlin 1872) stehen damit, wenigstens scheinbar, in Widerspruch, indem dieser bei direkten Messungen an Blutkörperchen von Thieren beim Einathmen von Kohlendioxyd eine Verkleinerung, dagegen beim Einathmen von Sauerstoff eine Vergrösserung der Durchmesser erhielt, ebenso beim direkten Behandeln eines Blutpräparates mit den betreffenden Gasen in der Gaskammer. Da die Dimensionsänderungen, namentlich bei den grossen Blutzellen der Amphibien, im Mittel mehrere Mikromillimeter betrugen, ist ein Irrthum in den Messungen *Manassein*'s wohl ausgeschlossen, es wäre aber möglich, dass die nicht gemessene Veränderung der Dimension in der Dicke, das Volum im umgekehrten Sinne beeinflusst, als man nach den Veränderungen der beiden Hauptdurchmesser zu schliessen geneigt ist. Doch ist dies nur eine mögliche Annahme, die noch direkter Beweise bedarf. Immerhin spricht für diese Annahme *Hamburger*'s Beobachtung, dass die rothen Blutkörperchen in den kapillaren Blutgefässen bei CO_2-Aufnahme mehr kugelig werden unter Verkleinerung des Durchmessers.

Wie Messungen der Dimensionen der Blutkörperchen, so sind auch Zählungen derselben und zwar in neuerer Zeit, seitdem die Zählungen durch Verbesserung der Apparate unter die klinisch-diagnostischen Behelfe aufgenommen wurden — namentlich beim Menschen oft und oft ausgeführt worden. *Vierordt* bestimmte zuerst die Zahl im Kubikmillimeter Blut beim Menschen mit 5055000, *Welcker* fand im Mittel 5000000 bei Männern, 4500000 bei Frauen. Diese Zahlen kann man noch heute als Durchschnittszahlen für gesunde Erwachsene gelten lassen. Doch zeigen sich erhebliche individuelle Verschiedenheiten; ja Schwankungen innerhalb der Hunderttausende kommen bei demselben Individuum im Laufe eines Tages vor (*Reinecke*). Bei Neugeborenen ist die Zahl der Blutkörperchen oft erhöht (über 6000000). In Krankheiten, besonders Chlorose und schweren Anämien, kann die Zahl bis unter 2000000 herabgehen. Auffallend ist die starke Zunahme der Blutkörperchenzahl im Höhenklima. *Viault* fand die Zahl seiner Blutkörperchen in Lima 5 Mill., nach dreiwöchentlichem Aufenthalt in den Cordilleren (in 4392 m Höhe) 8 Mill. Die Thatsache der Zunahme der Blutkörperchenzahl in grösseren Höhen, welche auch für Thiere gilt, wurde seitdem vielfach bestätigt, doch ist man über die Erklärung derselben noch immer nicht einig. Ich halte es nach den Untersuchungen von *O. Schauman* und *E. Rosenquist* (in Zeitschr. f. klin. Med. 35. Bd.), welche auch die reiche Litteratur dieses Gegenstandes kritisch besprechen, nicht mehr für zweifelhaft, dass es sich um eine wirkliche und nicht bloss um eine scheinbare Vermehrung der Blutkörperchen handle. Aehnlich wie das Höhenklima scheint auch das Seeklima eine Zunahme der Blutkörperchenzahl zu bewirken; doch ist dies nicht so sicher gestellt wie die Wirkung des Höhenklimas.

Die Zahl der Blutkörperchen im Kubikmillimeter Blut bei den Säugethieren ist häufig grösser als beim Menschen, namentlich bei Thieren mit kleineren Blutkörperchen. Die höchsten Zahlen fanden *Malassez* und *Hayem* für die Ziege: 18—19 Mill. — Bei den Vögeln bewegen sich die Zahlen meist zwischen 2—3 Mill., bei den Reptilien zwischen 0,5—1,6 Mill. und sinken bei den Amphibien mit zunehmender Grösse der Blutkörperchen beim Frosche auf 0,4, beim Salamander auf 0,09, beim *Proteus* auf 0,036 Mill. Bei den Knochenfischen steigt die Zahl wieder auf 1—2 Mill., sinkt dagegen bei *Raja* auf 0,23, bei *Torpedo* auf 0,14.

Welcker berechnete auf Grund seiner Messungen der menschlichen Blutkörperchen und mit Hilfe eines nach dem Augenmaasse angefertigten Modelles, welches die Form einer rothen Blutscheibe wiedergab, das Volum eines menschlichen Blutkörperchens mit 72,217 Kubikmikromillim. und die Oberfläche mit 128 Quadratmikromillim. Daraus und aus der Zahl der Blutkörperchen in einem Kubikmillimeter mit 5 Mill., berechnet sich für einen Kubikmillimeter Blut 640 Quadratmillimeter Oberfläche und für 100 Volumtheile Blut 36 Volumth. Blutkörperchen und 54 Volumth. Plasma.

Die in neuerer Zeit mit Hilfe der Centrifuge ausgeführten Volumsbestimmungen, wobei das mit einer Konservirungsflüssigkeit gemischte Blut in einer cylindrischen Röhre sich befindet, in der die Höhe der Blutkörperchenschicht nach dem Centrifugiren direkt abgelesen wird (Hämatokrit von *Blix Hedin* und von *Gärtner*), ergaben für das

Blutkörperchenvolum etwas höhere Zahlen (42—48 % nach *Gärtner*). Mit Hilfe solcher Volumsbestimmungen in Kombination mit Blutkörperchenzählungen wurden auch Volumsbestimmungen der einzelnen Blutkörperchen ausgeführt, welche jedoch bei verschiedenen Beobachtern zu weit abweichenden Zahlen führten, bezüglich deren auf *v. Limbeck*'s klinische Pathologie des Blutes (II. Aufl. S. 133) verwiesen sei. Es möge nur bemerkt sein, dass die zur Verdünnung des Blutes verwendeten Flüssigkeiten hierbei einen wesentlichen Einfluss haben. Es ergiebt sich dabei das anscheinend schwer verständliche Resultat, dass mit steigender Konzentration einer Kochsalzlösung das Volum der Blutkörperchen grösser wird, während die direkte mikroskopische Beobachtung zeigt, dass konzentrirtere Salzlösungen die Blutkörperchen zum Schrumpfen bringen. Das Resultat wird aber begreiflich, wenn man bedenkt, dass die natürlichen, weichen, elastischen Blutkörperchen sich beim Centrifugiren dicht aneinander pressen müssen, während in Salzlösungen geschrumpfte Blutkörperchen starr und brüchig sind und daher durch viele Zwischenräume getrennt sein werden.

Was die Bestimmung des Gewichtes der Blutkörperchen anlangt, welche mit ähnlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die Volumsbestimmungen, muss auf die Handbücher der Physiologie verwiesen werden. Das specifische Gewicht der rothen Blutkörperchen soll nach *C. Schmidt* 1,088—1,089, nach *Welcker* 1,105 betragen.

Ueber die chemische Zusammensetzung wurde bereits bemerkt, dass der Farbestoff, das Hämoglobin, die Hauptmasse bildet. Bei den Säugethierblutkörperchen bestehen nahezu Neunzehntel der Trockensubstanz der Blutkörperchen aus Hämoglobin. Viel weniger reich an Hämoglobin sind die kernhaltigen Blutkörperchen der Vögel und Reptilien, bei welchen nur etwa 0,5—0,7 der Trockensubstanz Hämoglobin sind. Im Stroma der Blutkörperchen, das nach Lösung des Hämoglobins zurückbleibt, finden sich Lecithin, Cholesterin und ein Globulin, aber — in den kernlosen Blutkörperchen der Säugethiere — keine Nucleoalbumine (*Halliburton*). — Der Hämoglobingehalt der rothen Blutkörperchen kann unter pathologischen Verhältnissen beträchtlich sinken. Man bestimmt denselben, indem man einerseits Zählungen der rothen Blutkörperchen vornimmt, andererseits den relativen Hämoglobingehalt eines gemessenen Blutvolums im Vergleiche zu normalem Blute feststellt. Bezüglich der hierzu dienlichen Apparate muss auf die Handbücher der Physiologie und der Hämatologie verwiesen werden und sei hier nur noch erwähnt, dass in jüngster Zeit *Gärtner* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 1901) eine Methode der Bestimmung des Hämoglobingehaltes des Blutes ersonnen hat, welche an Genauigkeit die bisher gebräuchlichen Methoden zu übertreffen scheint.

Bei allen Untersuchungen mit Reagentien ist stets zu bedenken, dass die volle Wirkung des Reagens nur dann zu Stande kommt, wenn ein Blutkörperchen mit dem reinen, unvermischten Reagens in Berührung kommt. Diese Bedingung ist nun nur selten erfüllt, selbst dann nicht mit voller Sicherheit, wenn man grosse Quantitäten Reagens mit kleinen Quantitäten Blut ausgiebig mischt, da namentlich bei gleichzeitiger Fibrinausscheidung oder Bildung von Niederschlägen einzelne Blutkörperchen relativ geschützt sein können. Vollends unzulässig ist es aus dem verschiedenen Verhalten von Blutkörperchen in gehärteten Organstücken einen Schluss auf präexistirende, verschiedene Resistenz, verschiedene Entwicklungsphasen u. s. w. nach dem verschiedenen Verhalten in Bezug auf Hämoglobingehalt, Färbbarkeit etc. zu ziehen. Lässt man ein Reagens in der Weise auf ein frisches, mikroskopisches Blutpräparat einwirken, dass man vom Rande her das Reagens zufliessen lässt, so wird man leicht bemerken, dass nur im ersten Moment die volle Reagenswirkung eintritt, während die Blutkörperchen, welche später von einem Gemische von Plasma und Reagens getroffen werden, ganz anders sich verhalten. Das Nichtbeachten dieser Fehlerquelle hat schon zu vielen Irrthümern Anlass gegeben. Trotzdem ist nicht zu bezweifeln, dass auch bei Ausschluss der Fehlerquellen die Resistenz einzelner Blutkörperchen gegen Reagenswirkungen eine grössere ist, als die der Mehrzahl. In früherer Zeit hielt man die resistenteren Blutkörperchen für jüngere Bildungen, während *Koelliker* (in mikrosk. Anat. II. 2, S. 571), mit Rücksicht auf die zunehmende Resistenz der Blutkörperchen in Extravasaten, eher geneigt war, sie für ältere zu halten.

Der Hauptbestandtheil der rothen Blutkörperchen, das Hämoglobin, ist wie bereits erwähnt wurde, in den Körperchen als eine amorphe Masse enthalten, die nach *Hoppe-*

Seyler in den Blutkörperchen an eine andere Substanz gebunden ist, von welcher sie erst bei der Lösung sich trennt. Das gelöste Hämoglobin kann als Sauerstoffverbindung, als Oxyhämoglobin, leicht in Krystallen gewonnen werden, welche die Farbe der rothen Blutkörperchen zeigen. Die Hämoglobine verschiedener Thiere sind nicht völlig identisch; sie zeigen Verschiedenheiten in Bezug auf Löslichkeit, mitunter auch in der Krystallform und — wenn auch geringe — in der chemischen Zusammensetzung. Die Krystalle scheiden sich aus lackfarbig gemachtem Blute — sei es durch Frieren, durch Kondensatorentladungen oder Wasserzusatz etc. — aus, doch keineswegs gleich leicht bei allen Blutarten, was hauptsächlich von der grösseren oder geringeren Löslichkeit der verschiedenen Hämoglobinarten abzuhängen scheint. So krystallisirt z. B. das Hämoglobin gewisser Nager (Ratte, Meerschweinchen) sehr leicht, das des Menschen viel schwerer, noch schwerer jenes der Vögel. Die Krystalle sind gewöhnlich mikroskopisch klein, doch hat man aus Menschenblut, Pferdeblut und Gänseblut auch grössere schon mit blossem Auge erkennbare Krystalle erhalten. Die Krystalle des Menschenblutes gehören nach den Untersuchungen *v. Lang*'s (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 46. Bd. 1862) dem rhombischen System an und erscheinen gewöhnlich in Form von rhombischen, rhomboidischen oder rechteckigen Täfelchen (Fig. 1334). Sie sind doppelbrechend und pleochroitisch. Die Krystalle der meisten Thiere zeigen ein ähnliches Verhalten wie jene des Menschen. Das Meerschweinchenblut ergiebt Krystalle, welche scheinbar reguläre Tetraëder sind (Fig. 1334, 2), in Wahrheit jedoch rhombische Sphenoide darstellen. Das Hämoglobin des Eichhörnchens krystallisirt in hexagonalen Tafeln (Fig. 1334, 3), die wirklich dem hexagonalen Systeme angehören. Nach *Hoppe-Seyler* gehören die Krystalle der Trutthühner dem regulären Systeme an. Die Farbe der Hämoglobinkrystalle gleicht völlig jener der rothen Blutkörperchen. Sehr dünne Krystalle erscheinen unter dem Mikroskope farblos, etwas dickere gelblich-grün, dicke aber deutlich blutroth. Wie aus Oxyhämoglobin kann man auch aus sauerstofffreiem, mit Reduktionsmitteln behandeltem lackfarbigem Blute Krystalle von (reduzirtem) Hämoglobin erhalten. Sie gleichen jenen des Oxyhämoglobins mit Ausnahme der Farbe, beziehungsweise des Absorptionsspektrum und zeigen einen viel deutlicheren Pleochroismus, als die Krystalle des Oxyhämoglobins. Von den mannigfaltigen Spaltungsprodukten des Hämoglobins seien die von *Teichmann* zuerst dargestellten Häminkrystalle erwähnt, eine Chlorverbindung des Hämatins, welches letztere durch Zersetzung des Hämoglobins mit Säuren oder Alkalien erhalten wird. Die Häminkrystalle sind als charakteristisch für den Blutnachweis, in forensischer Beziehung von besonderem Interesse. Man erhält sie, indem man trockenes Blut mit etwas Kochsalz verreibt und mit Eisessig zum Kochen erhitzt. Die Krystalle stellen flache, rhomboidische Stäbchen von — je nach der Dicke — gelber bis schwarzbrauner Farbe dar und bilden häufig Zwillinge in Form von schiefwinkeligen Kreuzen. Sie sind unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, stark pleochroitisch und werden aus allen Blutarten in derselben Krystallform gewonnen. In alten Blutergüssen scheiden sich mitunter, wie zuerst *R. Virchow* fand, gelbrothe Hämatoidinkrystalle aus, welche wie spätere Untersuchungen ergaben, mit den Krystallen des aus der Galle darstellbaren Farbestoffes Bilirubin in ihren Eigenschaften übereinstimmen.



Fig. 1334.

Für weitere Einzelheiten über Blutkrystalle muss auf die physiologisch-chemischen Handbücher, auf die 5. Aufl. d. Handb., auf *Koelliker*'s Mikroskopische Anatomie 2. Bd. 2. Abth., S. 583, ferner auf *Preyer*, „Die Blutkrystalle“, Jena 1871 und die neueste Arbeit von *A. Hénocque*, in Archives d'Anatomie microscopique T. 3, p. 35, verwiesen werden.

Fig. 1334. Aus frischem Blute erhaltene Krystalle. 1. Prismatische Krystalle vom Menschen. 2. Tetraëder vom Meerschweinchen. 3. Sechsseitige Tafeln vom Eichhörnchen. Nach *Funke*.

§ 328.

Feinerer Bau der rothen Blutkörperchen.

Wenn in dem vorausgehenden Paragraphen die Veränderungen, welche die rothen Blutkörperchen unter verschiedenartigen Einwirkungen erleiden und welche vorwiegend nach der physiologischen Seite von Interesse sind, etwas eingehender, als dies für ein Handbuch der Gewebelehre passend scheinen könnte, besprochen wurden, so geschah dies deshalb, weil eine zutreffende Beurtheilung des feineren Baues der rothen Blutkörperchen ohne Berücksichtigung dieser Veränderungen nicht möglich ist. Die einseitige Berücksichtigung der Thatsache, dass die rothen Blutkörperchen ihrer Entwicklung nach ursprünglich einfache Zellen sind, wovon erst später ausführlicher die Rede sein soll, hat vielfach zu der Annahme verführt, dass auch die ausgebildeten rothen Blutkörperchen alle wesentlichen Eigenschaften von Protoplasmakörpern besitzen, wie sie in den Embryonalzellen und in den Leukocyten vorliegen. Es kann aber gar kein Zweifel sein, dass das rothe Blutkörperchen so specifische Umbildungen erfahren hat, dass es ebensowenig gerechtfertigt erscheint, demselben die Eigenschaften des kontraktilen Protoplasma zuzuschreiben, wie etwa einer Hornzelle oder einer Linsenfaser. Der eigenthümliche Farbstoff, welcher die Hauptmasse der festen Bestandtheile ausmacht, die ganz eigenartige Form — welche eine im Verhältnisse zum Volum sehr grosse Oberfläche darbietet —, die Formbeständigkeit bei grosser Elastizität und Dehnbarkeit, dabei die eigenartigen Reaktionen gegen äussere Einwirkungen gestatten nicht, die Vorstellungen, welche man über den Bau protoplasmareicher Zellen gewonnen hat, ohne weiteres auf die rothen Blutkörperchen zu übertragen. Immer wieder wird den rothen Blutkörperchen Kontraktilität zugeschrieben und Erscheinungen, wie sie beim Erhitzen des Blutes, bei der Poikylocytose u. s. w. auftreten, mit amöboiden Bewegungen verglichen, mit welchen sie gar keine Aehnlichkeit haben, wie schon *Rollett* und *M. Schultze* hervorhoben. Auch die Maulbeerform der Blutkörperchen wurde von *Klebs* als Kontraktilitätserscheinung betrachtet, eine Annahme, die schon durch den Umstand widerlegt wird, dass die einmal eingetretene Veränderung stunden- und tagelang bestehen bleibt. Die Summe der in dem Früheren mitgetheilten Erfahrungen lässt mit Sicherheit zunächst erkennen, dass die rothen Blutkörperchen keine mit flüssigem Inhalt erfüllten Bläschen sind, wie namentlich die Thatsache ergiebt, dass durch mechanische Zertrümmerung Stücke erhalten werden, die von derselben Beschaffenheit erscheinen, wie das ganze Blutkörperchen. Dass die Blutkörperchen eine Membran besitzen, ist seit *Schwann* zwar oft behauptet, doch niemals erwiesen worden. Bei fast allen Einwirkungen, welche das Blut lackfarbig machen, bleibt von denselben ein farbloser Rest übrig, der aber nicht eine leere Haut, sondern ein zwar zartes, aber zusammenhängendes Gerüst des ganzen Körperchens ist, wie insbesondere daraus hervorgeht, dass auch abgeschnürte Stücke von Blutkörperchen stets solche Reste zurücklassen. Die aus den Blutkörperchen beim Lackfarbigwerden des Blutes austretende Substanz löst sich auf, der zurückbleibende Rest, der Schatten, bewahrt aber noch im Wesentlichen die Form und kann namentlich bei Behandlung mit hyperisotonischen Salzlösungen mehr weniger deutlich scheibenförmig erscheinen. Diese bei aller Weichheit relativ formbeständige, farblose Grundlage des Blutkörperchens, welche in älterer

Zeit als Membran angesehen wurde, hat *Rollett* als Stroma, *Brücke* als Oikoid, *Ehrlich* in neuerer Zeit als Discoplasma bezeichnet. Das Stroma hat wahrscheinlich einen gerüstförmigen oder wabigen Bau und es ist zu vermuthen, dass dasselbe aus dem Gerüstwerke der Bildungszelle hervorgeht.

An den grossen Blutkörperchen der Amphibien kann man nach Fixirung derselben mit Sublimat, Chromsalzen oder Salpetersäure einen netzig-wabigen Bau deutlich erkennen. Ob derselbe aber präformirt ist, oder erst Gerinnungsvorgängen seine Entstehung verdankt, ist nicht sicher zu entscheiden, da das lebende Blutkörperchen, abgesehen vom Kerne, völlig homogen erscheint. *Ehrlich* schreibt seinem Discoplasma die wesentlichen vitalen Eigenschaften eines Protoplasmakörpers zu, während *Rollett* sich damit begnügt, in dem Stroma die formgebende Grundlage des Körperchens zu sehen. In den Maschen des Gerüstwerkes würde eine an sich formlose Substanz eingelagert sein, die in der Hauptmasse aus Hämoglobin besteht. *Brücke* schrieb dieser eingelagerten Substanz besondere vitale Eigenschaften zu und während *Ehrlich* das Discoplasma als den eigentlich lebenden Antheil betrachtet, schrieb *Brücke* umgekehrt der im Oikoid eingeschlossenen Substanz Eigenschaften eines amöboiden Körpers zu und nannte dieselbe Zooid. *Rollett* vermeidet mit Recht diese präjudizirende Bezeichnung und nennt die im Stroma eingeschlossene Substanz in neuerer Zeit das Endosoma. Stroma und Endosoma sind im lebenden Blutkörperchen so innig verbunden, dass sie nicht als gesonderte Theile gesehen werden können. Das Endosoma kann unter Umständen als eine zusammenhängende Masse von dem Stroma sich trennen. Dies ist insbesondere der Fall bei der Behandlung frischer Blutpräparate mit gewissen Farbstoffen, die in hypisotonischer Kochsalzlösung zugesetzt werden (Anilinblau, Rosanilin etc.) und bei Behandlung mit gewissen Säuren, insbesondere Gerbsäure, wie durch die Versuche von *Rindfleisch*, *Roberts* und *Laptschinsky* (in Wiener Sitzungsber. 68. Bd. S. 148) zuerst bekannt wurde. Die färbbare, durch Gerinnung auch körnig-fädig erscheinende Substanz kann im Innern des Blutkörperchens auftreten oder auch in Form von Klümpchen oder tropfenartigen Massen aus den Stroma heraustreten. Das Auftreten von färbbaren Endosomatheilen durch Reagenswirkungen in den kleinen Blutkörperchen der Säugethiere giebt von Zeit zu Zeit immer wieder Anlass, die Frage aufzuwerfen, ob diese Gebilde nicht Kerne oder wenigstens Kernreste sind, obwohl *Rollett* bereits im Jahre 1880 (in *Hermann's* Handb. d. Physiol. 4. Bd. 1. Th. S. 12) die Frage mit Recht als im negativen Sinne abgethan betrachtete. *Löwit* glaubte im Blute in einem Theile der rothen Blutkörperchen noch Reste von Kernen gesehen zu haben. *M. Lavdowsky* (in Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 10. Bd. S. 4) stellte die vermeintlichen Kerne, welche er Nucleoide nennt, mit Jodsäure aus dem Endosoma dar. *Wlassow* (in *Ziegler's* Beiträge 15. Bd.) bewirkte den Austritt färbbarer Endosomatheile durch eine mit fünf Theilen Wasser verdünnte gesättigte Sublimatlösung. In neuerer Zeit hat insbesondere *A. Petrone* ausser mit Gerbsäure mit Pikrinsäure und mit Jodjodkaliumlösung (*Lugol'*sche Lösung) färbbare Endosomatheile in den Blutkörperchen dargestellt und dieselben für Kerne erklärt. Wie aber die hierher gehörigen Angaben *Boettcher's* (1866—77) widerlegt wurden, so ist dies auch mit den Deutungen *Petrone's* geschehen, indem *A. Negri* (in Boll. d. Soc. Med. chir. di Pavia 1899) zeigte, dass in den wirklich

kernhaltigen, rothen Blutkörperchen der Amphibien Gebilde, welche den *Petrone*schen Kernen völlig gleichen, neben den wahren Kernen sich darstellen lassen. Durch seine neuesten mikrochemischen Untersuchungen kommt *A. Petrone* (1901) zu dem Resultate, dass sich im Innern der Blutkörperchen eine eisenhaltige Substanz findet, welche er als Kernrest betrachtet, obwohl dieselbe ganz andere Reaktionen zeigt als echte Zellkerne. In wirklich kernhaltigen Blutkörperchen, z. B. jenen der Frösche, tritt der Kern am frischen Objekte als weisslicher, hämoglobinfreier Fleck undeutlich contourirt hervor und man kann in demselben auch das Netzgerüst schattenhaft wahrnehmen. Der Kern bedingt eine leichte Verdickung der Mitte der Blutscheibe, welche daher nicht, wie bei den Säugethierblutkörperchen, bikonkav, sondern bikonvex ist. An fixirten Blutkörperchen färben sich die Kerne sehr intensiv und zeigen ein dichtes Kerngerüst. Mischt man Froschblut mit *Ranvier*'s Drittelalkohol, so erscheinen die Kerne als bläschenförmige Gebilde, in welchen das Kernnetz nicht wahrnehmbar ist, während dagegen ein kleines, rundes Korn, das bisweilen auch doppelt ist — das Kernkörperchen — deutlich hervortritt.

Obwohl die rothen Blutkörperchen eine Membran im Sinne der *Schwann*schen Zellenlehre nicht besitzen, so muss man doch annehmen, dass dem Stroma des Körperchens eine dichtere Oberflächenschicht zukommt, welche, ähnlich wie das Ektoplasma eines nackten, lebenden Protoplasmakörpers, unlöslich in Wasser und zu osmotischen Leistungen befähigt ist. Eine solche Bildung, welche man nach *F. E. Schultze* (in Verh. d. anat. Ges. 10. Vers. 1896 S. 27) als Crusta bezeichnen müsste, kann, ohne den Thatsachen Gewalt anzuthun, nicht Membran genannt werden. Die Zerschnürung der Blutkörperchen in Tropfen beim Erhitzen, bei Zusatz von Harnstoff u. s. w., ferner das Zusammenfliessen der grossen Blutkörperchen des Frosches unter Einwirkung von Kondensatorentladungen, ist mit dem Vorhandensein einer Membran absolut nicht vereinbar.

Als Beweis für dieses Vorhandensein wurden insbesondere die Bilder angesehen, welche *Hünefeld* mit verdünnten Lösungen von Ammoniumkarbonat und Ammoniumchlorid, *Hensen* mit verdünnten Zuckerlösungen an den Froschblutkörperchen beobachteten, und welche man auch bei beschränkter Wasserwirkung, sowie mit hypisotonischen Salzlösungen hervorrufen kann. Es erscheinen unter diesen Umständen viele Körperchen an der Peripherie farblos, dabei von nahezu normalem Umriss, während der Farbstoff entweder in Form eines rundlichen Klumpens oder einer sternartigen Figur, deren Zacken bis an den Rand des Körperchens reichen, um den Kern zusammengezogen ist (Fig. 1335, *a*). Das Bild macht den



Fig. 1335.

Fig. 1335. Blut vom Frosch mit wenig Wasser gemischt. Vergr. 700. *Hünefeld-Hensen*'sche Bilder. Gewölbte hämoglobinhaltige Massen innerhalb der wenig deformirten Scheibe um den Kern zusammengeballt. *a* Flächenansichten; *a'* ziemlich regelmässige Sternform; *b* Profilansicht.

täuschenden Eindruck, als ob eine wahre Plasmolyse vorläge, d. h., dass zwischen einer Membran und einem ganz oder theilweise geschrumpften Plasmakörperchen sich wässerige Flüssigkeit angesammelt hätte. Thatsächlich handelt es sich aber um etwas ganz anderes. Betrachtet man ein solches Blutkörperchen in der Profilstellung, so erscheint dasselbe ähnlich, wie der Planet Saturn in seinem Ringe, indem ein centraler, fast kugeliger Körper, welcher den Farbstoff enthält, von einem glatten Ringe, der häufig etwas verbogen ist, umgeben wird (Fig. 1335 *b*). Es liegt also eine eigenartige Formveränderung vor, die keineswegs einer Plasmolyse gleicht, eine Formveränderung, die wesentlich eine Quellung des mittleren Theiles des Blutkörperchens unter Heranziehung der peripheren Theile des Hämoglobins ist, während der äussere Theil der Scheibe der Quellung relativ Widerstand leistet. Wie *S. Stricker* durch Versuche mit der Gaskammer zeigte, lässt sich diese Formveränderung durch Zuleiten von Kohlendioxyd wieder rückgängig machen, ähnlich, wie die sternförmige Verschrumpfung der Säugethierblutkörperchen.

Den von *Hünefeld* und *Hensen* beschriebenen sind die oft besprochenen Bilder ähnlich, welche *Brücke* an den Blutkörperchen von Tritonen, *Meisels* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 84. Bd. 3. Ab. S. 208) auch bei anderen Thieren nach Mischung des Blutes mit wässeriger Lösung von Borsäure sah. Auch hier erhält man eine klumpige Zusammenballung einer gefärbten Masse um den Kern in dem entfärbten, meist kugelig gewordenen Körperchen, mitunter auch ungemein zierliche, vielstrahlige, gefärbte Sterne, deren Strahlen bis zur Peripherie des entfärbten Körperchens laufen. Häufig ist aber der gefärbte Klumpen gegen die Peripherie des Stroma gedrängt oder auch ganz aus demselben herausgetreten. Die Bilder unterscheiden sich ferner noch dadurch von jenen von *Hünefeld* und *Hensen*, dass der gefärbte Körper, der gewöhnlich von einzelnen oder zahlreichen Vakuolen durchsetzt ist (Fig. 1336), viel schärfer abgegrenzt erscheint. *Brücke* deutete die Bilder als einen Kontraktionsvorgang einer lebenden, den Farbstoff enthaltenden Protoplasmamasse, seines Zooids, innerhalb des Oikoids. Wie aber *Rollett* später nachwies, erhält man dieselben Bilder, wenn man Tritonblut frieren und wieder aufthauen lässt und nun erst das lackfarbig gewordene Blut, in welchem aller Farbstoff im Blutplasma gelöst ist, mit Borsäure mischt. Dieser Versuch *Rollett*'s beweist unzweifelhaft, dass es sich weder um eine Plasmolyse im gewöhnlichen Sinne, noch um die Kontraktion eines lebenden, den Farbstoff enthaltenden Körpers handelt, sondern um eine Sonderung von Stroma und einer in demselben enthaltenen

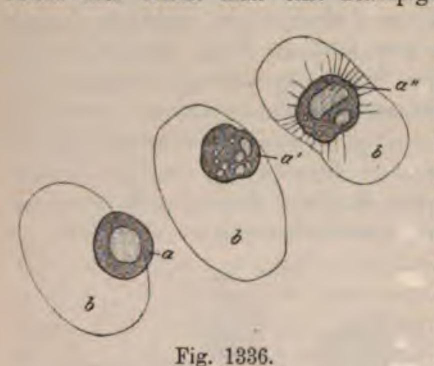


Fig. 1336.

Fig. 1336. Blutkörperchen von *Triton cristatus* durch 2 % Borsäure verändert. Vergr. 700. *a*, *a'*, *a''* Endosoma (Zooid *Brücke*'s) um den Kern zusammengeballt; *b* entfärbtes Stroma (Oikoid *Brücke*'s). Bei *a* ist das Endosoma im Begriffe aus dem Stroma auszutreten, bei *a''* zeigt dasselbe zierliche Strahlen. Die hellen Flecken im Endosoma entsprechen Vakuolen.

Substanz, die sich noch nachträglich mit dem bereits vorher in der umgebenden Flüssigkeit gelösten Farbstoff imbibiren kann. An den Blutkörperchen des Frosches hatte schon *Henle* beobachtet, dass nach Essigsäurezusatz die Kerne nachträglich mit dem in Lösung gegangenen Hämatin sich färben. Bei den kernlosen Blutkörperchen der Säugethiere kann eine nachträgliche Färbung des Stroma durch zersetzten Blutfarbstoff vorkommen, wie die S. 734 erwähnten Versuche von *A. Rollett* mit starker Kalilauge beweisen. Nach *Spiro* und *E. Schwalbe* (in Unters. üb. Blutgerinnung S. 82) kann man einen Wiedereintritt des durch Wasser gelösten Blutfarbestoffes in die entfärbten Schatten durch konzentrirtere Salzlösungen bewirken, insbesondere mit Kaliumchlorat. Setzt man zu einem mit Wasser lackfarbig gemachten Bluttropfen einen Krystall von Kaliumchlorat, so werden die Schatten sofort besser sichtbar und viele derselben zeigen deutliche Scheibenform, andere erscheinen maulbeerförmig oder fast kugelig mit 3—5 μ Durchmesser. Nur in den letzteren, nicht aber in den Scheiben, konnte ich zweifellose Färbung wahrnehmen und es scheint mir nicht ganz sicher, ob nicht in diesen kleinen Gebilden ein Rest von Farbestoff trotz der Quellung in Wasser von vornherein erhalten blieb.

Mit Hilfe der *M. Heidenhain*'schen Eisenhämatoxylinfärbung hat *Dehler* (in Arch. f. mikr. Anat. 46. Bd.) an den embryonalen, rothen Blutzellen von Hühnerembryonen Centralkörperchen dargestellt, welche zu 2—3 nahe der Mitte der eine bikonvexe, kreisrunde Linse darstellenden Zelle neben dem excentrisch liegenden Kerne sich finden. Es handelt sich hier um theilungsfähige Zellen, während in den fertigen, ausgebildeten, kernhaltigen und kernlosen, rothen Blutzellen Centralkörperchen nicht nachgewiesen sind. Dagegen scheint ein anderes Strukturverhältniss, welches *Dehler* an den genannten Blutzellen fand, auch bei nicht mehr theilungsfähigen, kernhaltigen Blutzellen vorzukommen. *Dehler* fand nämlich am Rande der linsenförmigen Körperchen einen intensiv färbbaren Streifen, welcher das Blutkörperchen wie ein Drahtring umfasst und *A. Nicolas* (in Bibliogr. anatom. 1896) konnte, neben schwer zu deutenden Bildern, welche ein Uebelstand der regressiven Färbungen sind, Aehnliches an den Blutkörperchen der Vipern und Salamander darstellen. Es scheint, dass am Rande, besonders an den Polen, dieser Blutkörperchen eine dichte, feste Ektoplasmaschicht vorhanden ist, die auch bei ungefärbten, fixirten Präparaten als dunklerer Streif gesehen werden kann und öfter für den Ausdruck einer Membran gehalten wurde. Die Anwesenheit einer verstärkten Ektoplasmaschicht am Rande der Amphibienblutkörperchen macht die oben erwähnten *Hünefeld-Hensen*'schen Bilder begreiflich und könnte auch einigermassen die vom Froschblute bekannte, sonderbare Erscheinung erklären, dass bei Essigsäurezusatz während der Beobachtung die Körperchen, statt spindelig oder kugelförmig zu werden, plötzlich unter Erhaltung der elliptischen Scheibenform wie mit einem Ruck nach allen Richtungen der Scheibe sich erweitern (*Rollett* in *Stricker*'s Handb. S. 288). Bei den Säugethierblutkörperchen lässt sich mit Eisenhämatoxylin ein Randring nicht darstellen. Allerdings schreibt *Giglio Tos* (1897) auch diesen einen Ring zu.

§ 329.

Von den Blutplättchen, den Blutstäubchen und den Thrombocyten.

Ausser den weissen und rothen Blutkörperchen enthält das Blut der Säugethiere und des Menschen regelmässig kleine, äusserst empfindliche Gebilde, die Blutplättchen (*Bizzozero*) oder Blutscheibchen (*Laker*) (*Plaquettes du sang*), welche zwar schon lange Zeit bekannt waren, aber erst durch *Hayem*, der sie als Hämatoblasten bezeichnete, und vor allem durch *Bizzozero* (in *Virchow's* Arch. 90. Bd.) eingehender untersucht wurden. Die Blutplättchen sind runde oder ovale Gebilde von 2—4 μ, im Mittel etwa 3 μ Durchmesser. Sie stellen entweder ebene oder bikonvexe Scheibchen dar, welche eine undeutlich körnig-fädige Zeichnung erkennen lassen und, wie *Bizzozero* gegen *Hayem* feststellte, farblos, von Hämoglobin frei sind. In der Profilansicht erscheinen sie als gerade oder in der Mitte etwas verdickte Stäbchen. Ihre Zahl beträgt etwa 200000—300000 in einem cmm. Sie lassen sich nach den für Blutkörperchenzählungen angewendeten Methoden schwer richtig zählen, da sie eine grosse Neigung haben, sich am Glase der Mischgefässe anzukleben. *Brodie* und *Russell* (in Journ. of Physiol. 1897) fanden viel höhere Zahlen, über 600000. Kein Element des Blutes ist so leicht veränderlich, wie die Blutplättchen. In einem frisch angefertigten Blutpräparate sind sie nur kurze Zeit als einzelne, glatt contourirte Scheibchen sichtbar. Sie haben eine grosse Neigung, Häufchen zu bilden, was auf eine grosse Klebrigkeit der Plättchen schliessen lässt. Sehr bald nach Anfertigung eines Präparates werden die Körperchen zackig, ihr Contour wird undeutlich, während gleichzeitig fädige Fibrinausscheidungen auftreten, welche dann namentlich dort, wo die Plättchen sich zu Haufen verklebt haben, die Unterscheidung derselben unmöglich machen, indem sie in den Fibringerinnseln zerfallen. Durch diese nahen Beziehungen zur Fibrinbildung wird es begreiflich, dass man in defibrinirtem Blute, sowie in geronnenem Blute keine Blutplättchen findet. Mittel, welche die Blutgerinnung verhindern oder verzögern, erhalten im Allgemeinen die Blutplättchen. So kann man durch rasches Abkühlen des Blutes auf nahezu 0° die Blutplättchen längere Zeit erhalten. Zusatz von Salzlösungen, welche die Gerinnung verhindern, erhalten auch die Blutplättchen, so 20%ige Lösung von Magnesiumsulfat, Natriumchlorid (*Hayem*, *Bizzozero*), Ammoniumoxalat (*Mosen*) und andere Salzlösungen. Ein vortreffliches Mittel, die Blutplättchen durch Färbung deutlich hervortreten zu machen, ist 0,75%ige Kochsalzlösung, welcher Methylviolett im Verhältniss von 1 : 5000 beigemischt ist (*Bizzozero*). Die Blutplättchen bleiben darin erhalten und färben sich lebhaft, während die rothen Blutzellen keine Farbe aufnehmen. Sehr gut erhalten sich die Plättchen in 1—2%iger Ueberosmiumsäure (Fig. 1337). Gegen Essigsäure sind die Blutplättchen widerstandsfähiger, als die rothen Blutkörperchen. Lässt man zu einem frischen Blutpräparate, in welchem bereits Häufchen von Blutplättchen sich am Glase festgeklebt haben, verdünnte Essigsäure zufliessen, so verwandeln sich die rothen Blutkörperchen rasch in Schatten, während die Haufen der Blutplättchen erst etwas später bedeutend quellen, durchsichtig werden und eine blasskörnig-fädige Trübung, etwa so wie das Protoplasma der Leukocyten, erkennen lassen. Deutliche Kerne lassen sich jedoch auf diese

Weise nicht erkennen. *Detjen* machte in jüngster Zeit die merkwürdige Entdeckung, dass die Blutplättchen sich stundenlang erhalten und auf dem heizbaren Objekttische bei Bluttemperatur lebhafte amöboide Bewegungen ausführen, wenn man einen frischen Bluttropfen auf eine erstarrte Agarschicht bringt, die aus einer 1 %igen Agarlösung, der je 0,6 % NaCl und Natriummetaphosphat und 0,3 % Dikaliumphosphat zugesetzt waren, hergestellt wurde. Von wesentlichster Bedeutung für die Erhaltung der Blutplättchen ist das Natriummetaphosphat. Werden solche Präparate mit Ueberosmiumsäure fixirt, so lassen sich durch Färbungen kernähnliche Gebilde in den Blutplättchen nachweisen. Die Behauptung *Detjen*'s, dass die Blutplättchen kernhaltige Zellen seien, fand bald durch *Deckhuyzen*, *Fr. Kopsch* und *P. Argutinsky* (in Anat. Anz. 19. Bd. Nr. 21) Bestätigung, doch muss betont werden, dass die schon von *Hayem* u. A. gesehenen „Kerne" der Blutplättchen durch ihre leichte Zerstörbarkeit, namentlich durch Essigsäure, von gewöhnlichen Zellkernen sich auffallend unterscheiden.



Fig. 1337.

Lavdowsky (in Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 10. Bd.) empfiehlt zum Nachweis der Blutplättchen ein Gemisch von gleichen Theilen 2 %iger Jodsäure und gesättigter Sublimatlösung, in welchem dieselben sich gut erhalten, während die rothen Blutkörperchen platzen.

Die Blutplättchen wurden von *Mosen* und von *Druebin* (in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1893 u. Supplem.) durch Mischung des Blutes mit Ammoniumoxalat bei Hunden in grösseren Mengen durch Centrifugiren gewonnen, wobei die Blutplättchen als oberste Schicht der körperlichen Elemente sich absetzten. Sie sind demnach specifisch leichter, als die unter denselben befindlichen Leukocyten und die den Grund des Glascylinders erfüllenden rothen Blutkörperchen. Aus der Lymphe des Milchbrustganges von Hunden konnten die genannten Autoren keine Blutplättchen gewinnen; es kommen demnach die Blutplättchen

Fig. 1337. Blutplättchen und Thrombocyten. Vergr. 700. *A* Blut vom Menschen frisch mit 2 % Osmiumsäure. *p* Blutplättchen von der Fläche, *p'* im Profil, die übrigen in Zwischenstellungen; *r* rothe Blutkörperchen. *B* Blut vom Triton, frisch getrocknet und dann mit Goldchlorid gefärbt. Präparat von *Hermann Fr. Müller*. *t* Zwei einzelne Thrombocyten; *k* Kerne derselben; *t'* fünf Thrombocyten zu einem Haufen zusammengeflossen; *r* rothes Blutkörperchen mit um den Kern zusammengezogenem Endosoma.

in grösserer Menge nur im Blute, nicht aber in der Lymphe vor, wie auch *Hayem* (in Du Sang p. 588), *Bizzozero* und *Muir* finden, während *Dominici* (in C. r. d. la Soc. de Biol. 1900 p. 13) neuerdings das Gegentheil annimmt. Nach *Schiefferdecker* (in Gewebelehre 2. Bd. S. 374) soll das specifische Gewicht der Blutplättchen ein ziemlich hohes sein, was er jedoch nur aus dem Umstande erschliesst, dass dieselben im frisch angefertigten mikroskopischen Blutpräparate leicht zu Boden sinken. *Eberth* und *Schimmelbusch* (in *Virchow's* Arch. 103. Bd. S. 63) schliessen aus dem Umstande, dass bei normalem Blutstrome in den Gefässen des Omentum bei Thieren besonders deutlich in den präkapillaren Venen, die Blutplättchen mit den rothen Blutkörperchen im Achsenstrome und nur Leukocyten in dem langsameren Randstrome sich befinden, auf ein relativ hohes, specifisches Gewicht der Blutplättchen, das jenem der rothen Blutkörperchen nahe kommt. Dagegen sah *Laker* (Ebenda 106. Bd.) die Blutplättchen in Venen des Flügels der lebenden Fledermaus nicht in der Achse, sondern an der Peripherie des Gefässes strömen und er schliesst daraus, dass die Blutplättchen ein geringeres specifisches Gewicht besitzen, als die rothen Blutkörperchen, was mit den Angaben von *Mosen* und *Druebin* übereinstimmt. An Ausstrichpräparaten lassen sich die Blutplättchen mit *Heidenhain*'s Hämatoxylin-Eisenlackmethode als tief blauschwarz gefärbte Gebilde scharf hervorheben. Doch muss mit Sublimat fixirt werden, da an durch Hitze fixirten Blutpräparaten auch die rothen Blutkörperchen den Farbestoff zähe festhalten (*H. Rabl* in Wiener kl. Wochenschr. 1896, Nr. 46). Die Blutplättchen wurden insbesondere von *Löwit* als Kunstprodukte, als Niederschläge von Globulin und Zerfallsprodukte von Leukocyten erklärt und ihr Vorkommen im normalen cirkulirenden Blute geleugnet. Seitdem jedoch *Bizzozero*, *Laker*, *Sacerdotti* u. A. die Blutplättchen in den Gefässen des Flügels lebender, unverletzter Fledermäuse nachgewiesen haben, ist jeder Zweifel über das Vorhandensein von Blutplättchen im cirkulirenden Blute ausgeschlossen. Die Blutplättchen stehen mit der Blutgerinnung in naher Beziehung. Bei der mikroskopischen Beobachtung der Gerinnung eines frischen Blutpräparates sieht man scheinbar die Bildung von Fibrinfäden von den zu Grunde gehenden Blutplättchen ausgehen. Da jedoch gleichzeitig auch häutchenförmige, unsichtbare Fibringerinnungen auftreten, so lässt sich nicht behaupten, dass die Fibrinbildung nur von den Plättchen ausgehe. *Bizzozero* stellte fest, dass beim Schlagen des Blutes der Ausscheidung von anhaftendem Fibrin stets das Ankleben von reichlichen Blutplättchen an den zum Schlagen benützten Körpern vorausgeht. Desgleichen konnte er, wie *Hayem*, konstatiren, dass bei der Entstehung von Verstopfungen der Gefässe in Folge von Cirkulationsstörungen durch weisse Massen ohne eingeschlossene rothe Blutkörperchen, welche Bildungen als weisse Thromben bezeichnet werden, die Blutplättchen den Ausgangspunkt der Thrombenbildung darstellen, was durch die eingehenden Untersuchungen von *Eberth* und *Schimmelbusch* (l. c.) Bestätigung fand. Trotzdem kann man die Blutplättchen nicht als die zweifellosen und jedenfalls nicht als die ausschliesslichen Bildungsstätten für die, die Fibringerinnung bewirkenden Substanzen betrachten, da Blutplasma bei völliger Abwesenheit von Blutplättchen und ohne direkte Einwirkung von körperlichen Elementen des Blutes überhaupt, zum Gerinnen gebracht werden kann. Die Bildung der weissen Thromben erfolgt nach *Eberth* und *Schimmelbusch*

zunächst ausschliesslich durch Verklebung von Massen von Blutplättchen ohne Fibringerinnung. Die Blutplättchen sind bezüglich ihrer Herkunft nicht aufgeklärt und da sie wegen ihrer geringen Grösse und Neigung zu körnigem Zerfall mit Körnchenbildungen anderer Art leicht verwechselt werden können, ist es begreiflich, dass allerlei Vermuthungen über ihre Herkunft aufgestellt wurden, ohne dass dieselben hinreichend begründet wären. Abgesehen von der bereits erwähnten Annahme *Löwit's*, dass es sich um einen Niederschlag aus dem Blutplasma handle, wurde insbesondere daran gedacht, dass die Blutplättchen durch Zerfall von Leukocyten oder von rothen Blutkörperchen entstehen. Die letztere Annahme erfreut sich gegenwärtig zahlreicher Anhänger und wird insbesondere von *J. Arnold* und seinen Schülern vertheidigt. Allein so gewiss es ist, dass unter Umständen Theilchen von rothen Blutzellen sich abschnüren (siehe S. 730) und so bereitwillig zugegeben werden kann, dass solche Abschnürungen auch in Extravasatblut und während der Gerinnung vorkommen können, so wenig ist erwiesen, dass solche abgeschnürte Partikelchen jemals zu Blutplättchen werden. Man kann sich an einem frischen Blutpräparate in dem nicht seltenen Falle, dass die Bildung sternförmig verschrumpfter Blutkörperchen nicht oder nur in ganz beschränktem Maasse eintritt, leicht überzeugen, dass die anfänglich vorhandenen Blutplättchen nicht zahlreicher werden und mit dem Eintritte der Gerinnung zerfallen, ohne dass neue Blutplättchen auftreten und ohne dass die rothen Blutkörperchen die geringste Neigung zeigen, Theilchen abzuschnüren. Es stimmt dies schlecht zu der von *E. Schwalbe* aufgestellten Behauptung, dass die Gerinnung des Blutes in Zerfallserscheinungen an den rothen Blutkörperchen ihren morphologischen Ausdruck finde (in Unters. zur Blutgerinnung, Braunschweig 1900 S. 81). *Wlassow* und *Maximow* glaubten den Austritt von Substanzen aus den rothen Blutkörperchen, welche mit den Blutplättchen identisch sind, mit verdünnter Sublimatlösung (siehe S. 740) erzielt zu haben. Wie aber *Sacerdotti* (in Anat. Anz. 17. Bd. S. 249) nachweist, handelt es sich hier keineswegs um die Bildung von Blutplättchen, sondern um den Austritt von Endosomatheilen, welche von den Blutplättchen wesentlich verschieden sind. Wie leicht zu bestätigen ist, werden die vermeintlichen, austretenden Blutplättchen bei Essigsäurezusatz sofort durchsichtig bis zur Unsichtbarkeit, während die wirklichen Blutplättchen als dunkelkörnige Gebilde deutlich hervortreten. Durch sorgfältige Versuche zeigte jüngst *A. Petrone* (in Boll. dell' Accad. Gioenia etc. in Catania, Marzo 1901), dass die Blutplättchen in ihren mikrochemischen Reaktionen weder mit den Nucleoiden (Endosomatheilen), noch mit dem hämoglobinführenden Theile der rothen Blutkörperchen, auch nicht mit den Kernen oder dem Protoplasma der Leukocyten übereinstimmen. Die Lehre *Bizzozero's*, dass die Blutplättchen ein selbständiges Formelement des Blutes darstellen, muss daher als vollständig berechtigt betrachtet werden.

Die Bildung der Blutplättchen durch Zerfall von Leukocyten ist eben so wenig erwiesen, wie jene durch Abschnürung von Erythrocyten. Einen massenhaften Zerfall von Leukocyten, wie ihn *A. Schmidt* und seine Schüler bei der Blutgerinnung annehmen, kann man bei der Beobachtung der Gerinnung eines mikroskopischen Blutpräparates niemals wahrnehmen. Dass einzelne Leukocyten unter Ausstossung von Plasmatropfen und unter Zerfall in Körner in Blutpräparaten zu Grunde gehen, welcher Vorgang von *Löwit* als Plasmoschise

beschrieben und von *Griesbach* bestätigt wurde, hat mit der Bildung von Blutplättchen keine nachweisbare Beziehung, und es ist zweifelhaft, ob solche Vorgänge intravaskulär auftreten. Ebensowenig ist der Zerfall von Leukocyten in den Keimcentren der Lymphknötchen und den Rindenknötchen der Lymphdrüsen, welcher zu der Bildung der tingiblen Körperchen *Flemming's* (siehe S. 707) führt, in einen bestimmten Zusammenhang mit der Bildung der Blutplättchen zu bringen und es ist nur eine Vermuthung, wenn *N. Czermak* (siehe S. 200) aus den tingiblen Körperchen Blutplättchen hervorgehen lässt. Die namentlich in der Milz junger Thiere massenhaft vorkommenden kleinen Körnchen, von welchen auf S. 273 die Rede war, haben, wie mich neuerliche Untersuchungen überzeugten, nur eine oberflächliche Aehnlichkeit mit den Blutplättchen und sind in der Regel nicht scheibenförmig, stärker glänzend und viel widerstandsfähiger als diese, färben sich nicht in Methylviolettkochsalzlösung und müssen daher als wesentlich verschieden von den Blutplättchen betrachtet werden. Wenn man bedenkt, wie grosse Schwierigkeiten die Frage der Herkunft und Entwicklung der so charakteristischen rothen Blutzellen, wovon erst im folgenden Paragraphen die Rede sein soll, heute noch darbietet, erscheint es sehr begreiflich, dass über die Herkunft der Blutplättchen bisher nur Vermuthungen existiren.

Ausser den Blutplättchen finden sich im Blute der Säugethiere und des Menschen noch kleine Körnchen verschiedener Art, welche zum Theile sicher aus dem Chylus stammen. Bei säugenden Thieren, aber auch bei erwachsenen Individuen kommen oft zahlreiche feinste und grössere Fetttröpfchen vor. Ausser den Fetttröpfchen finden sich auch häufig feinste, in Essigsäure unlösliche Körnchen, welche kein Fett sind und welche von *H. F. Müller* (in Centralbl. f. allg. Path. u. Pathol. Anat. 7. Bd. S. 529) als Blutstäubchen **Hämokonien** bezeichnet wurden. Ich finde dieselben in meinem Blute stets äusserst spärlich und zwar bei der Untersuchung unter denselben Bedingungen (Apochromat 2 mm. Apt. 1,40 starke Beleuchtung), unter welchen sie mir einst *H. F. Müller* in seinem Blute in grösster Menge demonstrirte. Als relativ seltene, doch konstante Vorkommnisse im Blute sind noch die Pigment- und Faserstoffschollen zu erwähnen, von welchen bereits auf Seite 273 die Rede war.

Den Thieren mit kernhaltigen rothen Blutzellen fehlen die Blutplättchen in jener Form, wie sie den Säugethieren zukommen. Doch hat man bei ersteren kernhaltige, eigenthümliche Zellen gefunden, welche weder den rothen, noch den weissen Blutzellen mit Sicherheit zugezählt werden können und durch ihre Klebrigkeit, ihre grosse Empfindlichkeit, ihr Zerfallen während der Blutgerinnung und ihre Betheiligung bei der Bildung der weissen Thromben, wie *Eberth* und *Schimmelbusch* (in Fortschr. der Medizin 1886 S. 581) insbesondere für den Frosch nachwiesen, physiologisch eine gewisse Analogie mit den Blutplättchen der Säugethiere zeigen.

Diese Gebilde wurden zuerst von *v. Recklinghausen* im Froschblute als Spindelzellen beschrieben und für Vorstufen von rothen Blutzellen gehalten. Durch *Hayem* und *Bizzozero* wurden die den Blutplättchen der Säugethiere ähnlichen Eigenschaften entdeckt und ihnen von *Bizzozero* der Name gekernte Blutplättchen gegeben.

Die gekernten Blutplättchen oder Thrombocyten (*Dekhuyzen*) sind ganz frisch untersucht platte, ovale oder zugespitzte, daher nicht

spindelförmige Gebilde mit grossem, einfachem, länglichem Kerne und spärlichem, fast homogenem Plasma (Fig. 1337, *B*). Sie sind etwa um ein Drittel oder die Hälfte kleiner als die rothen Blutkörperchen, dabei farblos und unterscheiden sich dadurch scharf von den rothen Blutzellen und durch ihre Form von den Leukocyten. Ihre amöboide Beweglichkeit ist gering, doch jedenfalls vorhanden und ausserdem kommt den Thrombocyten die Fähigkeit zu, Fremdkörper aufzunehmen (*Ramon y Cajal* in Rivista trimestral T. I und *Deckhuyzen* in Anat. Anz. 19. Bd. S. 535). Sie haben wie die Blutplättchen eine grosse Neigung, sich zu Haufen zu verkleben und am Glase festzuhaften. Bei Beginn der Gerinnung des Blutpräparates werden die Thrombocyten zackig, wie verwaschen und während der Ausscheidung von Fibrin zerfallen dieselben sammt den Kernen innerhalb der Fibrinmassen oder stellen einzelne, blasse, schlecht begrenzte Gebilde dar. Sie erhalten sich unter ähnlichen Bedingungen wie die Blutplättchen, insbesondere in Osmiumsäure, Jodserum etc. Ihre Herkunft ist ebensowenig aufgeklärt, wie jene der Blutplättchen der Säugethiere. Nachdem zuerst *A. Golubew* (in Arch. f. mikr. Anat. 1869) auf die Aehnlichkeit von Endothelzellen und Spindelzellen hingewiesen hatte, sprach *Ranvier* die Vermuthung aus, dass die Thrombocyten abgelöste Endothelzellen seien, eine Vermuthung, die auch von *H. F. Müller* und Anderen für wahrscheinlich gehalten wurde. Die Thrombocyten sind im Froschblute nicht immer leicht zu finden; doch vermisst man sie nach *Eberth* und *Schimmelbusch* niemals, wenn man das Blut durch Abschneiden der Herzspitze gewinnt und direkt untersucht. Auch *Neumann* bestätigt das regelmässige Vorkommen dieser Gebilde zu jeder Jahreszeit (in *Virchow*'s Arch. 143. Bd.). Die grosse Klebrigkeit der Thrombocyten kann bei unvorsichtiger Untersuchung leicht bewirken, dass dieselben an den verletzten Gefässen und den Instrumenten etc. sich fest heften und in dem untersuchten Bluttropfen fehlen. *Mondino* und *Sala*, welche auch Theilungen der Blutplättchen bei Säugethieren beschrieben (in Arch. ital. de Biologie 12. Bd.), glaubten gefunden zu haben, dass die Thrombocyten beim Frosche sich durch Theilung vermehren, doch konnte *Negri* (in Boll. Soc. med. chir. Pavia 1899) bei der Nachuntersuchung der Angaben der genannten Autoren sich davon nicht überzeugen und glaubt, dass es sich um Verwechslungen mit Leukocytentheilungen handle. *Hayem* hat die Thrombocyten ebenso, wie die Blutplättchen, als Entwicklungsstufen von rothen Blutkörperchen, als Hämatoblasten erklärt, obwohl ihre Farblosigkeit und ihre gänzliche Verschiedenheit von zweifellosen, sich entwickelnden rothen Blutkörperchen eine solche Beziehung, die von *Bizzozero*, *H. F. Müller* u. A. bestritten wird, wenig wahrscheinlich erscheinen lässt. Doch hat *E. Neumann* (l. c.) in neuerer Zeit ebenfalls sich dahin ausgesprochen, dass die „Spindelzellen“ der Frösche jedoch nur während der Zeit lebhafter Blutbildung Hämoglobin bilden und sich in rothe Blutkörperchen umwandeln. Theilungen von Spindelzellen konnte *Neumann* ebensowenig als *H. F. Müller* u. A. wahrnehmen.

Die Frage von der Art der Betheiligung der morphologischen Elemente des Blutes an dem Vorgang der Gerinnung ist gegenwärtig nicht mit Sicherheit zu beantworten. *Alexander Schmidt* hatte seiner Zeit den Gerinnung erregenden Stoff, sein „Fibrinferment“, von dem Zerfalle weisser Blutkörperchen abgeleitet. Es ist auch kein Zweifel, dass durch Leukocyten, aber auch durch Gewebezellen verschiedener Art in Flüssigkeiten, welche die Vorstufen des Fibrins gelöst enthalten, Gerinnung erzeugt werden

kann. Dasselbe ist aber auch der Fall mit den rothen Blutkörperchen und den Blutplättchen. Nach der Entdeckung der Blutplättchen hat insbesondere *Bizzozero* diesen eine wesentliche Rolle bei der Blutgerinnung zugeschrieben und die Fibrinausscheidung als von den Blutplättchen ausgehend angenommen. Durch die Untersuchungen von *Eberth* und *Schimmelbusch* über die Vorgänge bei der intravaskulären Gerinnung und bei der Bildung der weissen Thromben stellte sich aber heraus, dass die Verklebung der Blutplättehen zu Haufen und Pfröpfen einerseits und die Ausscheidung von Faserstoff andererseits nicht nothwendig gleichzeitig stattfinden, indem es auch Thromben giebt, welche nur aus Blutplättchen bestehen. Bei der Gerinnung von Bluttropfen erfolgt, nebst der Bildung von Fibrinfäden, welche mit den Plättchen zusammenhängen, ausserdem eine häutchenförmige Fibrinausscheidung, welche nicht von Blutplättchen ausgeht. Die Blutplättchen sind also nicht nothwendig immer primäre Centren der Gerinnung. Aehnliche Einwendungen wie gegen die Gerinnung erregende Wirkung der Blutplättchen, kann man auch gegen die in neuerer Zeit von *Hauser* aufgestellten „Gerinnungscentren", als welche derselbe zerfallende Zellen verschiedener Art betrachtet, erheben.

Die Herkunft der Blutplättchen ist, wie bereits hervorgehoben wurde, vollkommen dunkel und die heute modern gewordene Lehre von der Entstehung der Blutplättchen durch Zerfall der rothen Blutkörperchen, gegen welche allerdings die Arbeit *Detjen's* den Ausgangspunkt einer entschiedenen Reaktion bildet, beruht sicherlich auf einer Verwechslung von solchen Abschnürungsprodukten mit den wesentlich verschiedenen Blutplättchen. Ob die Thrombocyten der Thiere mit kernhaltigen rothen Blutkörperchen den Blutplättchen der Säugethiere homolog sind, wie *Hayem* und *Bizzozero* u. A. annehmen, muss dahingestellt bleiben, da sich die Behauptung dieser Homologie wesentlich nur auf die grosse Empfindlichkeit und Zerstörbarkeit und die Betheiligung an der Thrombenbildung stützt.

Einen merkwürdigen Versuch, die Blutplättchen aus dem Blute zu entfernen, machte *Bizzozero* (in Festschr. für *Virchow* zum 70. Geburtstag, I. Bd) an Hunden. Durch wiederholte — bis 10 — Aderlässe, bei welchen jedesmal ungefähr die Hälfte des Blutes entzogen, defibrinirt und dann wieder transfundirt wurde, war das Blut schon beim sechsten Aderlasse nicht mehr gerinnbar und fast ohne Blutplättchen. Nach fünf Tagen waren aber die Plättchen wieder in normaler Zahl vorhanden.

Ueber den Chemismus der Gerinnung muss auf die physiologisch-chemischen Schriften verwiesen werden und es sei hier nur erwähnt, dass nach den neueren Untersuchungen von *Hammarsten* bei der Gerinnung wesentlich ein Eiweisskörper: das Fibrinogen und das Fibrinferment in Betracht kommen und dass bei der Ausscheidung des Fibrins aus dem Fibrinogen noch ein Eiweisskörper, das Fibrinoglobulin, in Lösung bleibt. Dis Ausscheidung des Fibrins erfolgt besonders leicht bei Anwesenheit von Kalksalzen. Das Fibrinferment ist ein enzymartiger, wahrscheinlich zu den Globulinen gehöriger Stoff, welcher im Blutserum sich findet und auch aus Fibrin gewonnen werden kann.

§ 330.

Von der Entwicklung und Regeneration der Blutkörperchen.

Mehr als die meisten zelligen Element des thierischen Körpers sind die Blutkörperchen einem beständigen Wechsel unterworfen, indem dieselben in toto verbraucht und durch neue ersetzt werden. Dies ist zunächst unzweifelhaft bei den Leukocyten der Fall, die in gewissen Sekreten, so im Speichel und Schleim, regelmässig gefunden werden und aus diesen zum geringsten Theile wieder in den Kreislauf zurück gelangen. Ein Theil der Leukocyten geht nachweislich innerhalb des Organismus zu Grunde, indem sowohl in den Lymphknoten als in der Milz zerfallende Leukocyten gefunden werden.

Untergangsformen rother Blutkörperchen finden sich ebenfalls in der Milz, in den Lymphknoten und anderen lymphoiden Organen innerhalb blutkörper-

chenhaltiger Zellen. Doch ist diese Art der Entfernung gealterter, unbrauchbar gewordener, rother Blutkörperchen wohl eine verhältnissmässig geringfügige gegenüber dem Verbrauche von rothen Blutzellen im Stoffwechsel, wobei als wesentliches Produkt die Gallenfarbestoffe, besonders das Bilirubin, entstehen, das aus dem Hämoglobin hervorgeht. Die morphologische Verfolgung dieses Unterganges von rothen Blutkörperchen bei der Bildung von Gallenfarbestoffen ist aber unter normalen Verhältnissen keineswegs leicht und der Untergang von Blutkörperchen innerhalb von Leberzellen, oder in den Blutkapillaren der Leber ist als ein normaler Vorgang nicht sicher gestellt und es ist wahrscheinlich, dass im Blutkreislaufe selbst sich auflösende, rothe Blutkörperchen das zur Bildung des Bilirubins bestimmte Hämoglobin liefern. Der Untergang von Blutzellen im Kreislaufe muss aus dem Vorkommen von Pigment- und Faserstoffschollen im strömenden Blute erschlossen werden, wovon bereits früher (S. 274) die Rede war. Eine direkte Aufnahme von rothen Blutzellen in die Leberzellen als physiologischen Vorgang hat in neuerer Zeit *Browicz* (in Bull. intern. de l'Acad. de Cracovie Juli 1899) behauptet, wogegen *Heinz* (in Arch. f. mikr. Anat. 58. Bd.) bemerkt, dass es ihm bei seinen darauf gerichteten Untersuchungen nie gelang Aehnliches zu sehen. Dass das Hämoglobin der rothen, quergestreiften Muskelfasern aus rothen Blutkörperchen stammt, ist durch histologische Befunde nicht gestützt. So sind die Vorstellungen über die Art und das Maass, in welchem rothe Blutkörperchen unter normalen Verhältnissen verbraucht werden, sehr unsichere. Unzweifelhaft bewiesen wird die ausserordentliche Fähigkeit des Organismus, die körperlichen Elemente des Blutes zu regeneriren, durch die Thatsache, dass auch verhältnissmässig grosse, traumatische Blutverluste in kurzer Zeit wieder ersetzt werden können.

Die Frage der Bildung und der Regeneration der Blutkörperchen hat für die Physiologie und Pathologie ein eminentes Interesse und wurde seit den Anfängen histologischer Forschung eifrig studirt. Trotzdem sind die sicheren Kenntnisse über den Vorgang der Bildung der Blutzellen nur sehr bescheidene. Es liegt dies in den zum Theil unüberwindlichen Schwierigkeiten des Gegenstandes. Die Organe, in welchen sich Blutzellen entwickeln, wechseln im Laufe der Ausbildung des Organismus und sind beim Erwachsenen andere, als beim Embryo und wie die Geschichte der Hämatologie zeigt, wurde das für die Entwicklung der rothen Blutkörperchen bei Erwachsenen wichtigste Organ — das rothe Knochenmark — erst spät (*Neumann* 1868) als solches erkannt. War es schon nicht leicht, die blutbildenden Organe festzustellen, so beginnen erst erhöhte Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, die verschiedenen unter dem Einflusse von Reagentien so mannigfach sich verändernden Zellformen in ihrem genetischen Zusammenhange zu erkennen. Nirgends sind diese Zusammenhänge dadurch sicher zu stellen, dass man die zeitlich einander folgenden Entwicklungsformen räumlich regelmässig neben einander geordnet fände und so bleibt es dem kombinirenden Verstande überlassen, die mannigfaltigen Zellformen nach ihrer Aehnlichkeit in genetische Reihen zu bringen, wobei selbstverständlich eine absolut sichere Erkenntniss nicht zu erreichen und dem subjektiven Standpunkte der weiteste Spielraum gewährt ist, um so mehr, als — ähnlich wie Eier und Samenfäden während der Bildung — in jedem Entwicklungsstadium Blutzellen zu Grunde gehen und die Anhaltspunkte degenerirende und sich entwickelnde

Blutzellen zu unterscheiden, häufig fehlen. So ist es begreiflich, dass über die Blutzellenbildung die widersprechendsten Ansichten aufgestellt wurden und *Mosso*, sowie später *Engel* sogar weisse Blutkörperchen aus den rothen entstehen liessen.

Die relativ sichersten Ergebnisse wurden, insbesondere von *Koelliker* schon vor 50 Jahren, auf dem Wege des Studiums der Blutentwicklung bei Embryonen gewonnen und es ist von vornherein als das Wahrscheinlichste anzunehmen, dass die Formen der Blutzellen, welche man im Laufe des Embryonallebens einander folgen sieht, auch im ausgebildeten Organismus — wenn man dieselben Formen neben einander beobachtet — als genetisch sich folgende aufzufassen sind. Dieser Standpunkt soll für die hier zu gebende Darstellung massgebend sein; doch darf nicht verschwiegen werden, dass er deswegen keine volle Sicherheit bietet, weil im Allgemeinen die Vorgänge der Regeneration und der embryonalen Entwicklung sehr verschiedene sein können, wofür die neuere morphologisch-entwicklungsgeschichtliche Forschung zahlreiche Beispiele bietet.

In der That wird von vielen Forschern, namentlich französischen Hämatologen, vor allem von *Hayem*, ein solcher Standpunkt nicht als selbstverständlich betrachtet und demgemäss speziell für die Entwicklung der kernlosen, rothen Blutkörperchen der Säugethiere eine Bildungsweise angenommen, welche mit den bei Embryonen auf einander folgenden Formen nichts zu thun hat. *Hayem* betrachtet die Blutplättchen als Entwicklungsformen der rothen, kernlosen Blutkörperchen und bezeichnet sie als Hämatoblasten. Diese Theorie fällt mit dem von *Bizzozero* geführten Nachweise, dass die Blutplättchen niemals Hämoglobin enthalten, wie *Hayem* annahm. Es soll daher von den Blutplättchen, welche im vorhergehenden Paragraphen besprochen wurden, hier nicht weiter die Rede sein. Eine andere, der *Hayem*'schen nahe stehende Lehre über die Herkunft der kernlosen Blutkörperchen der Säugethiere, welche auf der irrthümlichen Auffassung der sogenannten vasoformativen Zellen beruht und vorzüglich von *Schäfer*, *Ranvier* und *Sedgwick-Minot* vertreten wird, fand bereits auf S. 673 eine Besprechung und es sei hier nur nochmals hervorgehoben, dass die für die direkte Entstehung kernloser, rother Blutkörperchen in Anspruch genommenen Bilder auf einer Verwechslung von Untergangsformen von Gefässen und Blutkörperchen mit Neubildungen beruhen. Von diesen Theorien soll hier ebenfalls abgesehen und, entsprechend dem oben bezeichneten Standpunkte, zunächst die Bildung der rothen Blutzellen beim Embryo besprochen werden.

Die erste Bildung des Blutes und der Blutgefässe ist zwar eines der dunkelsten Kapitel der Entwicklungsgeschichte und es ist eine noch heute nicht endgültig ausgetragene Streitfrage, ob die ersten Blutzellen aus dem Mesoblast oder dem Hypoblast ihren Ursprung nehmen. Diese Frage könnte ohne ein tieferes Eingehen in die ersten Entwicklungsvorgänge und die Bildung der Keimblätter nicht erörtert werden und muss in dieser Beziehung auf die Handbücher der Entwicklungsgeschichte verwiesen werden. Von wesentlicher histogenetischer Bedeutung ist die Frage, ob die ersten Blutzellen sofort als solche aus Embryonalzellen entstehen, oder im Innern von Mutterzellen, wie dies insbesondere von *Klein* (in Sitzb. d. k. Akad. in Wien 63. Bd.) zuerst für das Huhn behauptet worden ist. Aber gerade bezüglich der Entwicklung der Blutinseln des Gefässhofes beim Huhn, welche am zweiten Tage der Bebrütung als rothe Punkte und Stränge sichtbar werden, lässt sich sicher feststellen, dass sie Haufen von

embryonalen Zellen sind, welche, anfangs körnig und farblos, allmählich Hämoglobin in ihrem Innern bilden und so zu farbigen Blutzellen werden, während um die Zellhaufen und Stränge platte Zellen auftreten, welche mit den Endothelzellen der gleichzeitig erscheinenden ersten Gefässröhren in Zusammenhang stehen. Die ersten Blutzellen entwickeln sich somit durch direkte Umwandlung von Embryonalzellen, zugleich mit den ersten Blutgefässanlagen an bestimmten Stellen, besonders im hinteren und seitlichen Theile des Gefässhofes und des Fruchthofes und im Bereiche des sogenannten Randsinus, welcher die periphere Grenze der ersten Gefässanlagen des Dotterkreislaufes im mittleren Keimblatte darstellt. Wie beim Huhne sind, bei allen morphologischen Verschiedenheiten im Einzelnen, auch bei Fischen, Amphibien, Reptilien und Säugethieren die ersten rothen Blutzellen direkte Umbildungen von Embryonalzellen in bestimmten Abschnitten der ersten Gefässanlagen. Was speziell die Säugethiere anlangt, so hat *Koelliker* (in Entwicklungsgesch. 2. Aufl. S. 266) beim Kaninchen an Embryonen vom achten Tage die ersten Gefässanlagen am Rande des Fruchthofes in Form von soliden Zellsträngen gefunden, die später hohl wurden, indem sich die Zellen im Innern zu kernhaltigen, rothen Blutzellen umwandeln. Genauere Angaben über die erste Blut- und Gefässbildung bei Fledermäusen macht *O. Van der Stricht* (in Bull. de l'Acad. r. de Méd. de Belgique 1899), welchen zufolge auch hier die ersten Blutzellen in Blutinseln am hinteren Rande des Fruchthofes, und zwar im mittleren Keimblatte, dadurch entstehen, dass die von Endothelzellen umschlossenen Zellhaufen direkt in Blutzellen sich umwandeln, also im Wesentlichen dieselben Vorgänge wie beim Huhne.

Die ersten rothen Blutzellen sind bei allen Wirbelthieren, auch bei den Säugethieren, durchaus kernhaltige und sobald einmal der erste Dotterkreislauf beginnt, findet man ausschliesslich nur rothe und gar keine weissen Blutkörperchen im strömenden Blute. Die Form und Grösse dieser ersten Blutzellen ist wesentlich verschieden von jener der erwachsenen Thiere. Sie sind rundlich, fast kugelig und haben bei den Säugethieren und dem Menschen einen Durchmesser, welcher jenen normaler Blutscheiben oft um die Hälfte und mehr übertrifft. Die Grösse ist übrigens sehr wechselnd. *Koelliker* und *Fahrner* fanden die Blutkörperchen bei einem 8 mm langen Schafembryo in der Mehrzahl 11—14,6 μ, in der Minderzahl 5,6—7,8 μ gross, *Paget* bei einem 9 mm langen, menschlichen Embryo 9—15,7 μ. Entsprechend der kugeligen Form und dem grösseren Durchmesser erscheinen die Blutkörperchen dunkler gefärbt als die normalen Blutscheiben erwachsener Individuen. Man pflegt nach *Ehrlich* kleine, kernhaltige, rothe Blutzellen von der Grösse normaler Blutscheiben als Normoblasten, grössere als Megaloblasten zu bezeichnen. Die Kerne der ersten Blutzellen sind relativ gross, ungefähr dem halben Durchmesser der

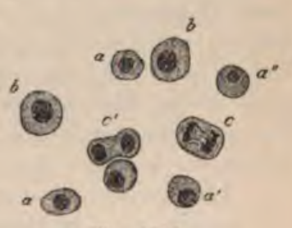


Fig. 1338.

Fig. 1338. Blut aus dem Herzen eines 6 mm langen Fledermausembryo (*Vespertilio mystacinus*), ungefähr einem 4 Wochen alten Menschenembryo in der Entwicklung entsprechend. Pikrinsublimat, Schnittpräparat. Hämatox., Eosin. Vergr. 700. *a* Kleine Erythroblasten (Normoblasten); *a'* ein solcher mit excentrischem, *a''* mit verschwindendem Kerne; *b* grosse Erythroblasten (Megaloblasten); *c* und *c'* Mitosen.

Zellen entsprechend. Die ersten Blutzellen vermehren sich im Blute durch Theilung, wie zuerst *R. Remak* beim Hühnchen beobachtete und *Koelliker* und *Fahrner* für die Säugethiere feststellten (Fig. 1339). Die Theilung erfolgt auf mitotischem Wege. Das ausschliessliche Vorkommen kernhaltiger, rother Blutzellen dauert bei den Säugethieren und dem Menschen nur kurze Zeit und bereits im zweiten Embryonalmonat treten auch immer zahlreicher werdende, kernlose, rothe Blutkörperchen auf. Die reichliche Theilung der Blutkörperchen im strömenden Blute tritt mehr und mehr zurück und die nun rasch sich entwickelnde Leber wird, wie *Reichert* vermuthete und *Koelliker* zuerst positiv nachwies, blutbildendes Organ, in welchem zahlreiche, kernhaltige, rothe Blutkörperchen und Theilungen von solchen gefunden werden. Die Verhältnisse der Blutbildung werden dann schwerer übersehbar, da nun auch farblose Blutzellen, welche anfänglich im strömenden Blute vollständig fehlen, neben den rothen Blutkörperchen vorhanden sind. Unter den grossen Blutzellen kann man solche



Fig. 1339. Fig. 1340.

mit grossen Kernen, deren Durchmesser die Hälfte, und solche mit kleinen Kernen, deren Durchmesser nur etwa ein Viertel oder ein Drittel des Zelldurchmessers beträgt, unterscheiden (Fig. 1340). Aehnliche Unterschiede ergeben auch die kleinen Zellen und ausserdem findet man bereits einzelne kernlose, theils grosse, theils kleine Blutkörperchen. Neben noch kugeligen oder auch ellipsoidischen Formen treten bereits abgeplattete auf, die sich der normalen Scheibenform nähern. Ausserdem kommen da und dort, im Ganzen selten, auch anscheinend freie Kerne vor. Eine genauere Untersuchung der Kernstrukturen ergiebt, dass sowohl unter den grossen, als den kleinen Kernen, neben solchen mit spärlichem Chromatinnetze, die sich in Hämatoxylin und anderen Kernfärbemitteln nur mässig färben und eine deutliche Netzstruktur zeigen, auch andere vorkommen, die sich intensiv und gleichmässig färben, sogenannte pyknotische Kerne, ferner Kerne, die nur an der Kernmembran sich intensiv färben und wie vakuolisirt aussehen, endlich Kerne, die ihre Färbbarkeit fast vollständig eingebüsst haben. Daneben kann man da und dort, sowohl in grösseren, als in kleineren Zellformen, verschiedene

Fig. 1339. Blutkörperchen eines Schafembryo von 7,87 mm. *a* Zwei- und dreikernige grosse gefärbte Blutzellen in verschiedenen Stufen der Theilung; *b* grössere runde gefärbte Blutzellen, eine mit sich theilendem Kerne; *c* eine kleinere solche. Beil. 700 mal vergr. Aus *Fahrner*'s Diss. (1845).

Fig. 1340. Schnitt durch einen Ast der *Vena cardinalis anterior* eines 8 mm langen Mausembryo. *Flemming*'s Gemisch, Saffranin. Vergr. 700. *a* Kleine Erythroblasten (Normoblasten); *b* grosse Erythroblasten (Megaloblasten) mit kleinen, *b'* mit grossen Kernen; *c* Mitose; *d* kernloser Erythrocyt.

Stadien der mitotischen Kerntheilung wahrnehmen. Da alle diese, im frischen Objekte hämoglobinhaltigen Zellen bunt durcheinander liegen, so ist es natürlich schwer, die gegenseitigen genetischen Beziehungen derselben zu erkennen. Als gesicherte Thatsachen darf man jedoch betrachten: 1. Dass bei den Säugethieren, wie bei anderen Thieren, die zuerst auftretenden rothen Blutzellen alle kernhaltig, dabei nicht scheibenförmig, sondern kugelig oder ellipsoidisch, sind. 2. Dass schon von allem Anfang Blutkörperchen verschiedener Grösse auftreten, die jedoch nur in der ersten Blutbildungsperiode durchaus grösser sind, als die späteren, bleibenden Blutzellen. 3. Dass die kernhaltigen, rothen Blutzellen beim Embryo sich durch mitotische Theilung vermehren. 4. Dass die ersten kernlosen Blutzellen aus kernhaltigen hervorgehen. Ueber den letzteren Punkt kann ein Zweifel deshalb nicht bestehen, weil die ersten kernlosen rothen Blutkörperchen in Grösse und Form den kernhaltigen, zwischen welchen sie gefunden werden, gleichen und eine andere Herkunft der ersten kernlosen Blutzellen — etwa als endogene Zellbildungen — bei Embryonen sicher ausgeschlossen werden kann. Wie die Kerne verschwinden, ist Gegenstand widersprechender Meinungen, doch glaube ich, dass die von *Koelliker* zuerst am frischen Blute, namentlich dem Leberblute von Embryonen, gewonnene Ueberzeugung, der zufolge die Kerne innerhalb der Zellen zu Grunde gehen, die richtige ist. Das Verschwinden der Kerne erfolgt durch Auflösung derselben, durch Karyolyse und zwar entweder dadurch, dass das Chromatin zunächst sich zu einer mehr kompakten Masse ballt (Pyknose), die dann nachträglich sich löst oder dadurch, dass direkt eine allmähliche Lösung des Kernes erfolgt, Vorgänge, die insbesondere von *A. Pappenheim* (in die Bildung der rothen Blutscheiben. Diss. Berlin 1895) auf Grund fixirter und gefärbter Präparate geschildert wurden. *Maximow* (in Arch. f. Anat. u. Phys. 1899) konnte in rothen Blutzellen der Embryonen theils um die Kerne, theils nach dem Verschwinden der Kerne in Neutralroth färbbare Körnchen nachweisen und Aehnliches fanden *Foa* und *Cesaris Demel* (in Giorn. d. R. Accad. Med. di Torino 1899) nach künstlich erzeugten Anämien bei Thieren und bei Chlorose. Es scheint, dass diese Körnchen mit dem Verschwinden der Kerne in Beziehung stehen. Körnchen in rothen Blutzellen hat übrigens *Koelliker* schon im Jahre 1857 (Würzb. Verh. 7. Bd. S. 191) bei saugenden Mäusen gesehen. Von manchen Autoren wird, wie zuerst von *Rindfleisch* angegeben wurde, angenommen, dass die kernlosen rothen Blutkörperchen durch Ausstossung der Kerne aus den kernhaltigen entstehen. Ob Derartiges normaler Weise vorkommt, wie namentlich *O. Van der Stricht* (in Arch. de Biol. T. 12), *Kostanecki* (in Anat. Hefte 1892) und *Engel* (in Arch. f. mikr. Anat. 1893) vertheidigen, ist schwer sicher zu stellen, da ja die kernhaltigen, rothen Blutzellen unter dem Einflusse von Reagentien sehr leicht die Kerne austreten lassen. Dass ein solcher Austritt von Kernen im Leben erfolgt, muss deshalb bezweifelt werden, weil der normale Vorgang der Bildung kernloser Blutkörperchen sicher das Verschwinden des Kernes innerhalb der Zelle ist. Zwar kommen, wie man sich an Schnitten fixirter Präparate überzeugt, schon zu einer Zeit, wo Lymphocyten im Blute noch nicht zu finden sind, kleine, nur von wenig Protoplasma umgebene Kerne vor, welche pyknotischen Kernen der rothen Blutkörperchen gleichen. Es ist aber bei genauer Ueberlegung aller Möglichkeiten wahrscheinlich, dass solche Kerne Reste degenerirter Blutzellen

sind, deren hämoglobinhaltiges Plasma zerfallen ist (*Pappenheim*). Jedenfalls berechtigen derartige, relativ seltene Vorkommnisse eben so wenig, als die an fixirten Präparaten häufig zu beobachtende excentrische Lage der Zellkerne, an eine regelmässige Ausstossung der Kerne zu denken.

Mit fortschreitender Entwicklung des Embryo nimmt die Zahl der kernlosen und zugleich scheibenförmigen Blutkörperchen im cirkulirenden Blute immer mehr zu, während die kernhaltigen Blutzellen und Mitosen derselben vorzüglich in der Leber und in der Milz, welche sich der Leber als blutbildendes Organ zunächst hinzugesellt, ferner, wie neuere Angaben von *Saxer*, *Dominici*, *Melissenos* u. A. lauten, auch an verschiedenen Orten im Bindegewebe, gefunden werden. Doch kommen auch noch in der zweiten Hälfte des Embryonallebens, wenn auch sehr spärliche, kernhaltige Erythrocyten im Blute vor und wenn dieselben später gänzlich verschwinden, so können sie, nach Blutverlusten und bei anämischen Zuständen überhaupt, während des ganzen Lebens immer wieder im Blute erscheinen. Wie man sich das Auftreten neuer Blutbildungsherde in Leber und Milz u. s. w. vorzustellen habe, ist nicht ganz aufgeklärt. In der Leber treten mit den sprossenden Blutgefässen Haufen und Stränge von Zellen auf, die in die Balken der Leberzellen eindringend den Blutgefässen dicht anliegen und theils den Charakter von farblosen, theils von farbigen, kernhaltigen Zellen annehmen, die dann in die Gefässe übertreten. Es ist nicht leicht, das Verhalten dieser Zellenmassen zu der Wand der Blutgefässe sicher festzustellen. Es ist nicht klar, ob die Zellhaufen in seitlichen Ausbuchtungen der nur aus Endothel bestehenden, vom cirkulirenden Blute durchströmten Gefässe sich bilden oder ausserhalb der Endothelröhren zwischen diesen und den Leberzellen oder aus den Endothelzellen selbst, wie *M. B. Schmidt*, *Bonnet*, *Foa*, *Salvioli* und in neuester Zeit auch *Koelliker* (in Erinnerungen S. 213) annehmen. Aehnlich den Blutinseln der Keimhaut stellen sie Herde von sich vermehrenden Blutzellen dar, welche allmählich in den Kreislauf gelangen. Die Verhältnisse sind dadurch komplizirt, dass neben den kernhaltigen rothen Blutzellen auch zahlreiche Elemente, welche Lymphzellen gleichen und bald auch grosse Zellen mit sprossenden Kernen, sogenannte Megakaryocyten, auftreten, von welchen weiter unten noch die Rede sein soll. Die Leber fungirt als blutbildendes Organ nur während des Embryonallebens und mit der Entwicklung der Milz geht bald ein Theil dieser Funktion an diese über, indem in der Milz nicht nur bei älteren Embryonen, sondern auch bei Kindern und jungen Thieren regelmässig kernhaltige, rothe Blutzellen gefunden werden (siehe S. 274). Auch die Thymus tritt in die Reihe der blutbildenden Organe, indem in ihr (siehe S. 335) ebenfalls kernhaltige rothe Blutzellen nachgewiesen sind. Bei weitem die grösste Bedeutung als blutbildendes Organ erlangt bei Erwachsenen das Knochenmark, das schon während der Knochenentwicklung als solches auftritt, und, wie *E. Neumann* entdeckte, als sogenanntes rothes Knochenmark während des ganzen Lebens die Bildungsstätte rother Blutzellen bleibt. Durch *Bizzozero* und seine Schüler wurde auf experimentellem Wege festgestellt, dass bei traumatischen Anämien eine lebhafte mitotische Vermehrung der kernhaltigen rothen Blutzellen im Knochenmarke eintritt. Während bei Säugethieren die Theilung kernhaltiger Zellen im kreisenden Blute schon während des Embryonallebens immer seltener wird und schliesslich unter normalen Verhältnissen auf

die blutbildenden Organe und endlich auf das rothe Knochenmark sich beschränkt, kommen bei Amphibien und Fischen zeitlebens Theilungen von jungen rothen Blutzellen im Blute vor. Doch wird später bei den Fischen und Urodelen vorzüglich die Milz (siehe S. 275), bei ersteren auch das lymphoide Gewebe um die Niere zur Bildungsstätte rother Blutkörperchen, während bei den Batrachiern, Reptilien und Vögeln, ähnlich wie bei den Säugethieren, schliesslich das Knochenmark zum Hauptorgane der Blutbildung wird. Vollständig ausgebildete rothe Blutzellen von typischer Grösse und Scheibenform und mit dichtem

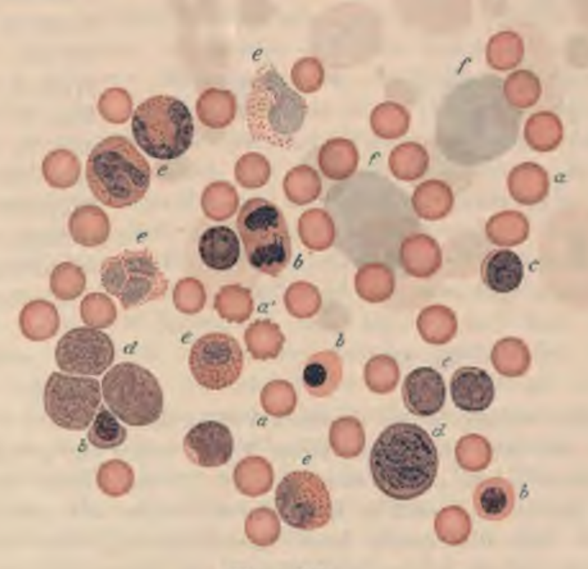


Fig. 1341.

Kerngerüste sind nicht mehr theilungsfähig (vergl. *a* und *b* Fig. 1342). Ob die Bildung der kernhaltigen rothen Blutzellen im Knochenmarke innerhalb von Blutgefässen, also intravaskulär erfolgt, wie *Bizzozero* für die Vögel nachwies und wie auch *Denys*, *Neumann*, *Feuerstack*, *Geelmuyden* annehmen und *Freiberg* (in Dissert. Dorpat 1892) für das Knochenmark der Säugethiere behauptet, muss ich speziell für die letzteren dahingestellt sein lassen. Jedenfalls findet man im Innern der deutlich als solche, an ihren Endothelwandungen, an Schnitten erkennbaren Kapillaren und den zahlreichen Venen von kapillarem Baue keine Anhäufungen von kernhaltigen rothen Blutzellen und man erhält den Eindruck, dass die kernhaltigen rothen Blutzellen einzeln oder in Nestern zwischen

Fig 1341. Ausstrichpräparat vom Knochenmarke eines Meerschweinchen. Fixirt durch Erhitzen. Hämatox., Eosin. Vergr. 700. Präparat von *H. F. Müller*. *a* Rothe Blutkörperchen; *a'* solche in Rosettenform; *b* kernhaltige rothe Blutzellen (Normoblasten); *b'* solche in Theilung (Megaloblast); *c* Zellen mit grossem Kern und spärlichem körnchenfreiem Plasma, vielleicht schon hämoglobinhaltig; *d* grosse uninucleäre Zellen; *e* verschiedenartige Markzellen, zum Theil mit eosinophilen Körnchen und einfachen, mehrfachen und polymorphen Kernen; *f* verquollene, unkenntlich gewordene farblose Zellen. — Die Anordnung der Zellen getreu nach dem Präparate.

den Markzellen liegen. Eben so wenig wie in der Milz konnte ich mich überzeugen, dass ein von Endothelzellen ausgekleidetes Häutchen, welches von den Gefässen um die Blutzellennester sich fortsetzen würde, vorhanden ist, und es scheint mir wahrscheinlich, dass sowohl in der Milz, als im Knochenmarke der Säugethiere die kernhaltigen rothen Blutzellen ausserhalb der Blutgefässe sich vermehren und erst sekundär in die letzteren durchbrechen. Die letzten Untersucher der Blutentwicklung bei Knochenfischen, *Swaen* und *Brachet* (in Arch. d. Biol. T. 18 p. 169), kommen zu dem Resultate, dass die ersten rothen Blutzellen ausserhalb von Gefässen entstehen und erst sekundär von Endothelzellen umwachsen werden. Die kernhaltigen rothen Blutzellen, welche im Knochenmarke gefunden werden, zeigen dieselben Verhältnisse, wie jene des embryonalen Blutes. Hier wie dort findet man kleine Normoblasten und grosse Megaloblasten und unter beiden solche mit grossen und mit kleinen Kernen und verschiedene Stadien der Mitose und endlich Kernformen, welche als untergehende zu betrachten sind. Dies alles spricht dafür, dass die Bildung rother Blutzellen wesentlich auf dieselbe Weise erfolgt, wie während des Embryonallebens. Doch muss hervorgehoben werden, dass in der embryonalen Leber, wie später im Knochenmarke, Zellen mit grossen Kernen, welche nur von wenig homogenem, hämoglobinhaltigem Plasma umgeben sind, wie sie unter den ersten embryonalen Zellen kaum vorkommen, sehr häufig sind (vergl. Fig. 1341, *c*). Dies ist ein konstanter und nicht unwesentlicher Unterschied zwischen der ersten embryonalen und der regenerativen Bildung der rothen Blutkörperchen der Säugethiere.

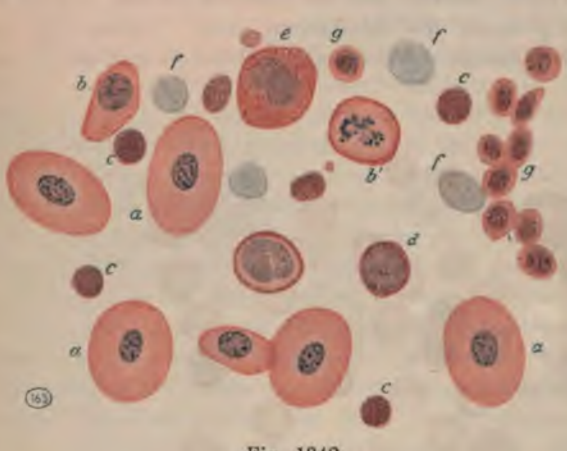


Fig. 1342.

Die einfachste und verständlichste Vorstellung über die Blutbildung, wie sie insbesondere von *Bizzozero* vertreten wurde, besteht in der Annahme, dass die sekundären Blutbildungsherde zunächst von kernhaltigen, rothen Blutzellen ausgehen, die durch den Blutstrom als bereits hämoglobinhaltige Zellen in die neu auftretenden blutbildenden Organe gelangen, dort sich festsetzen und mitotisch vermehren, während die Theilung der Zellen im Blute selbst mehr und mehr zurücktritt und endlich ganz aufhört. Die in den Blutbildungsherden der Leber zuerst auftretenden Zellen sind im Allgemeinen klein, mit relativ grossen

Fig. 1342. Ausstrichpräparat aus der Milz einer 55 cm langen *Raja asterias*. Erhitzt. Hämatox., Eosin. Vergr. 700. *a* Rothe Blutkörperchen; *b* Erythroblast, *b'* in Mitose; *c* Lymphocyten; *d* grösserer Lymphocyt; *e* eosinophile Körnchenzelle; *f* verquollene Lymphocyten; *g* Thrombocyten. — Die Anordnung der Zellen getreu nach dem Präparate.

Kernen und es ist schwer zu sagen, ob das relativ spärliche Plasma von Zellen, aus welchen neue rothe Blutkörperchen hervorgehen, bereits Hämoglobin enthält oder nicht. Es ist dadurch begreiflich, dass die Mehrzahl der Autoren gerade so, wie dies für die allerersten Blutzellen des Fruchthofes ja selbstverständlich ist, der Bildung des Hämoglobins ein Stadium vorausgehen lassen, in welchem die rothe Blutzelle noch farblos ist. Sicher ist, dass die als solche durch ihren Hämoglobingehalt erkennbaren, kernhaltigen, rothen Blutzellen ein homogenes Protoplasma besitzen und dass in den blutbildenden Organen stets sich theilende hämoglobinhaltige Zellen nachgewiesen werden können, worauf *Bizzozero* das Hauptgewicht legte. Der Hämoglobingehalt der Zellen ist aber ein sehr wechselnder und es ist oft schwer, am frischen Präparate Zellen mit geringem Hämoglobingehalt von farblosen zu unterscheiden. Vollends unmöglich ist es, an fixirten Präparaten über das Vorhandensein oder Fehlen von Hämoglobin eine sichere Aussage zu machen, da es keine specifischen Färbungen zum Nachweise geringer Hämoglobinmengen giebt. Es kann die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, dass neue rothe Blutzellen aus anfänglich farblosen Zellen hervorgehen, nicht bestritten werden, doch ist dies nicht so zu verstehen, dass etwa solche farblose Zellen mit Lymphocyten identisch wären. Da die histogenetische Forschung dort, wo eine Entscheidung möglich ist, zu dem Ergebnisse geführt hat, dass specifisch differenzirte Zellen sich stets aus sich und nicht durch fremde Zellen vermehren, dass z. B. Epithelzellen nur aus Epithelzellen, Muskelzellen nur aus Muskelzellen u. s. w. hervorgehen, ist es nach Analogie wahrscheinlich, dass die rothen Blutkörperchen ebenfalls sich selbständig vermehren und nicht aus anderen von denselben specifisch verschiedenen Elementen hervorgehen. Viele Blutbildungstheorien halten aber den Gedanken fest, dass die rothen und weissen Blutzellen einen gemeinsamen Ausgangspunkt besitzen, der in einer lymphocytenartigen Zellform gegeben wäre, welche sich je nach Umständen in eine rothe, nun weiter zunächst theilungsfähige, oder in eine weisse Blutzelle umwandeln kann. Auch diese Anschauung kann vergleichend histogenetische Thatsachen zu ihrer Stütze herbeiziehen. Aus demselben Bildungsgewebe kann, wie das Studium der perichondralen Verknöcherung ergiebt, unter Umständen Hyalinknorpel, Knochen oder ein derbfaseriges Bindegewebe entstehen und die zu beobachtenden Thatsachen lassen kaum eine andere Deutung zu, als die Annahme, dass Bindesubstanzzellen, welche sich völlig gleichen, je nach Umständen Inoblasten, Chondroblasten oder Osteoblasten werden können. So führt auch die Verfolgung der Blutbildungsvorgänge von dem Zeitpunkte an, wo weisse Blutzellen auftreten, auf anscheinend indifferente Zellformen, von welchen man nicht bestimmt sagen kann, ob sie in den Entwicklungskreis der Erythrocyten oder der Leukocyten gehören. Zu einer solchen Anschauung gelangte insbesondere *H. F. Müller* (in Sitzb. d. k. Akad. in Wien 98. Bd. 3. Ab. S. 219), indem er bei der Untersuchung der Blutbildung bei Amphibien und Säugethieren als eine gemeinsame Urform für weisse Blutzellen und Erythrocyten eine lymphocytenartige, „theilungsreife“ Zelle aufstellte, welche durch Mitose sowohl Formen erzeugen kann, welche in Erythrocyten übergehen, als Formen, die wieder zu Lymphocyten werden. Dieser Anschauung steht die von *Pouchet*, *Laguesse* u. A. vertretene sehr nahe. Nach *Pouchet* und *Laguesse* ist die Stammform der Blutzellen ein „*noyau d'origine*“, ein runder Kern, der nach *Laguesse*

(in Recherch. sur le développement de la rate chez les Poissons. Thèse, Paris 1890) von einer dünnen Protoplasmalage umhüllt ist, also einem Lymphocyten ähnlich ist. Aus dieser Stammform würden sowohl rothe als weisse Blutzellen hervorgehen. Diese Auffassungen wurden der von *Löwit* aufgestellten Behauptung, dass es zwei von allem Anfange an durch ihre verschiedenen Kernformen unterscheidbare Stammzellen für weisse und für rothe Blutzellen: Leukoblasten und Erythroblasten gebe, gegenübergestellt. Wenn auch die thatsächlichen Angaben *Löwit*'s über prinzipiell verschiedene Kernformen der Leukoblasten und Erythroblasten, sowie die Behauptung, dass nur die letzteren sich mitotisch theilen, während erstere durch eine Art direkter Kerntheilung sich vermehren sollten, als irrthümlich sich ergaben, so muss doch der Grundgedanke *Löwit*'s, der sich mit der Auffassung *Bizzozero*'s deckt, den auch *Denys*, *Howell* und *Gulland* vertheidigen, nämlich der Gedanke, dass die Lymphocyten und Leukocyten mit den Erythrocyten keinen direkten genetischen Zusammenhang haben, noch immer als berechtigt und mit den Thatsachen vereinbar angesehen werden und es haben daran auch die späteren Untersuchungen von *Pappenheim*, *Engel*, *Saxer* u. A. nichts geändert.

Die schwerwiegendste Einwendung gegen die Kontinuität der Entwicklung der kernhaltigen Erythrocyten im Sinne *Bizzozero*'s wurde von *E. Neumann* (in *Virchow*'s Arch. 119. Bd.) vorgebracht, in dem dieser zeigte, dass solche Zellen überall dort auftreten können, wo rothes Knochenmark sich bildet und zwar auch in Knochenmark, das erst nach der Geburt (Epiphysen) und bei Erwachsenen auftritt, wie in den verknöchernden Kehlkopfknorpeln oder in pathologisch neugebildeten Knochen an ungewöhnlichen Orten (Sichel des Gehirnes). Da nun bei Erwachsenen kernhaltige, rothe Blutzellen im Blutstrome gewöhnlich fehlen, so ist schwer einzusehen, wie sie an solchen Orten anders, als unabhängig von schon vorher vorhandenen, direkt aus farblosen Zellen entstehen sollen. Man muss zu der Annahme greifen, dass doch einzelne kernhaltige, rothe Blutzellen durch den Blutstrom in solches neu sich bildendes Knochenmark gelangen, um die Hypothese *Bizzozero*'s, die sonst den Thatsachen nicht widerspricht, aufrecht zu erhalten. Zu deren Stütze können die Befunde *M. Ascoli*'s (in Giorn. d. R. Accad. di Med. di Torino, 1899. Nr. 6) angeführt werden, welchen zufolge beim Hunde in der *Vena efferens tibiae* konstant kernhaltige, rothe Blutzellen gefunden werden.

Die Frage von der Entwicklung der rothen Blutzellen steht somit in innigem Zusammenhange mit der Frage der Entwicklung der weissen Blutzellen, von welcher nunmehr eingehender die Rede sein soll.

Während die ersten rothen Blutzellen für sich allein in den Blutinseln auftreten, ist der Ort der Entstehung der ersten weissen Blutkörperchen noch immer in Dunkel gehüllt.

Die Mehrzahl der Autoren leitet die ersten Leukocyten aus Elementen des mittleren Keimblattes ab, sei es aus Zellen der embryonalen Bindesubstanz, sei es aus Wucherungen von Endothelzellen der Blutgefässe in den blutbildenden Organen. *Saxer* sieht als gemeinsamen Ursprung der rothen und weissen Blutzellen sogenannte „primäre Wanderzellen“ an, welche aus einer gemeinsamen Blutgefässanlage hervorgehen sollen und anfänglich nur in rothe, später auch theilweise in weisse Blutzellen sich umwandeln würden. Es ist dies eine

Annahme, die prinzipiell mit der schon von *Koelliker*, *v. Recklinghausen* u. A. in älterer Zeit aufgestellten Lehre übereinstimmt, dass kleine, farblose Elemente während des ganzen Lebens rothe und weisse Blutzellen bilden. Diese Vorstellung wurde auch von *H. F. Müller*, von *O. Van der Stricht*, *Laguesse* u. A. in neuerer Zeit in der Weise vertreten, dass die rothen und weissen Blutzellen eine gemeinsame, indifferente Zellenart als Stammform haben sollen, wovon bereits im Vorhergehenden die Rede war. Die Abstammung der ersten Leukocyten fällt demnach mit der Frage der Entstehung der Blutzellen überhaupt nach dieser Vorstellung zusammen und es. wäre nur die Frage von Wichtigkeit, wie die ersten farblosen Zellen ins Blut gelangen, da solche erst mit dem Auftreten sekundärer blutbildender Organe erscheinen. Es wurde bereits der Annahme gedacht, dass die ersten Anlagen von Blutzellennestern in der Leber, der Milz u. s. w. von den Endothelzellen der Blutgefässe ausgehen sollen. *Koelliker* hält (in Erinnerungen S. 214) eine andere Ableitung der Blutzellen, als aus den Endothelzellen deshalb für undenkbar, weil in der embryonalen Leber ausser Leberzellen und Endothelröhren der Blutgefässe keine anderen Gewebezellen an den Orten, wo Blutzellen sich bilden, zu finden seien. Dagegen glaubt *Kostanecki* (in Anat. Hefte 1892) bestimmt, dass die Endothelzellen an der Blutbildung unbetheiligt sind und die Blutzellenherde innerhalb der Kapillaren der Leber entstehen. Indessen liegen die Verhältnisse in der Leber der Säuger so komplizirt, dass eine bestimmte Entscheidung in dieser Richtung wohl kaum möglich ist und was die Leber der Amphibien anlangt, so entsteht hier Blutzellen enthaltendes Gewebe, das ein Reticulum von Bindegewebszellen mit jungen Leukocyten und Erythrocyten in den Maschen darstellt, als eine zusammenhängende Rindenschicht (*Eberth*) unter dem Peritonealepithel, ohne nachweisbare Beziehung zum Endothel der Blutgefässe. Auch in der Milz der Fische tritt, wie man aus den eingehenden Untersuchungen von *Laguesse* entnehmen kann, das blutbildende Gewebe zunächst unabhängig von Gefässen auf. Was die später entstehenden blutbildenden Organe betrifft, so vertreten insbesondere für die Lymphknoten und Lymphknötchen *Gulland* und *Stöhr* mit guten Gründen die Ansicht, dass hier die Leukocytenherde nicht in loco sich bilden, sondern von Leukocyten ausgehend, welche aus den Blutgefässen auswandern, während *Ribbert* (siehe S. 706) u. A. sie aus Reticulumzellen hervorgehen lassen. Zur Zeit der Bildung dieser Organe ist die Differenzirung der verschiedenartigen Zellen des mittleren Keimblattes schon weit vorgeschritten und das Vorhandensein indifferenter Embryonalzellen im Bindegewebe, welche zu Blutzellen sich umwandeln, nicht sehr wahrscheinlich. Auch für das Knochenmark scheint mir die Möglichkeit vorzuliegen, dass die Markzellen und blutbildenden Zellen überhaupt ihren Ausgangspunkt von Leukocyten und kernhaltigen rothen Zellen des Blutes nehmen, wie auch *O. Van der Stricht* annimmt. Dafür scheinen mir insbesondere die Bilder zu sprechen, welche ich an Schnitten von den Mittelfussknochen eines 16 cm langen Katzenembryo vor mir habe. An der Eröffnungsgrenze des verkalkten Knorpels sehe ich nur ästige, mit relativ grossen, chromatinarmen Kernen versehene Reticulumzellen, ausser den Endothelröhren von Blutgefässen und den, an endochondralen Knochenscherbchen und verkalkten Knorpelbälkchen anliegenden Osteoblasten. Erst weiter gegen die Markhöhle der Diaphyse treten zunächst wenige, dann immer zahlreichere Markzellen,

kleine runde, fast wie Kerne aussehende Formen, Uebergangsformen zu Leukocyten, feinkörnige und eosinophile Leukocyten und kernhaltige rothe Blutzellen im Reticulum auf. Würden die Zellen an Ort und Stelle entstehen, so müsste man wohl erwarten, entweder an den Endothelien der Blutgefässe oder an den Reticulumzellen etwas Auffälliges zu sehen, wo die ersten Blutzellen im Gewebe sichtbar werden. Doch ist dies keineswegs der Fall. Freilich sieht man bei anderen Thieren und beim Menschen gewöhnlich nicht so auffällige Bilder, wie hier bei der Katze, indem in der Regel kleinzelliges Markgewebe bis an die uneröffneten Knorpelhöhlen heranreicht. Doch hat in jüngster Zeit *Hammar* (in Anat. Anz. 19. Bd. S. 567) gerade bei menschlichen Embryonen ähnliche Verhältnisse beschrieben. Niemals konnte ich mich überzeugen, dass weisse oder rothe kernhaltige Blutzellen in Gefässknospen oder Gefässdivertikeln liegen, ich erhielt sowohl an der embryonalen Leber, als an der Milz und dem Knochenmarke immer den Eindruck, dass dieselben ausserhalb der Gefässröhren in einem Reticulum liegen und nur dadurch in die Gefässe gelangen können, dass sie die Endothelröhren sekundär durchbrechen.

Sobald einmal die ersten weissen Blutzellen im Embryonalblute auftreten, kann man unter denselben bereits Lymphocyten und grössere Uebergangsformen und bald auch feinkörnige Leukocyten unterscheiden; auch eosinophile Zellen findet man schon bei Embryonen in der Leber, Thymus, Milz und im Knochenmarke. Zu den verschiedenen Formen der Leukocyten gesellen sich alsbald in dem blutbildenden Gewebe der Leber, des Knochenmarkes, der Milz und der Thymus noch eigenthümliche, grosse Zellen mit gelappten Kernen; Riesenzellen, welche man gegenwärtig von jenen vielkernigen Riesenzellen des Knochenmarkes, die nachweislich mit der Knochen- und Knorpelresorption in Beziehung stehen, den Ostoklasten *Koelliker*'s, als Megakaryocyten (*Howell*, in Journ. of Morphol. Vol. 4, 1890) unterscheidet. Die genetischen Zusammenhänge dieser verschiedenen Zellformen, von welchen die Megakaryocyten normaler Weise nicht in den Blutstrom gelangen, sondern stets nur im blutblildenden Gewebe gefunden werden, sind eben so wenig sicher aufgeklärt, als die Bildungsvorgänge der ersten farblosen Blutzellen überhaupt. *Ribbert* (in *Virchow*'s Arch. 150. Bd.), sowie *Ehrlich* und *Lazarus* (l. c.) leugnen einen genetischen Zusammenhang zwischen Lymphocyten und Leukocyten und letztere Autoren gehen sogar so weit, als Quelle der grossen Leukocyten, insbesondere der eosinophilen Zellen, bei Erwachsenen nur das Knochenmark gelten zu lassen, während die lymphoiden Organe und die Milz nur Lymphocyten bilden sollen. Auch *Br. Werigo* und *La Jegunow* (in *Pflüger*'s Arch. 84. Bd. S. 451) glauben, auf Grund experimenteller Untersuchungen, die Quelle der grossen Leukocyten im Knochenmarke zu finden. Dem gegenüber steht die von der Mehrzahl der Autoren angenommene und — wie insbesondere *Gulland* (1891) eingehender begründete — mit den histologischen Thatsachen besser in Einklang stehende Annahme, der zufolge die Lymphocyten Jugendformen sind, aus welchen sowohl feinkörnige, neutrophile, sowie grobkörnige, eosinophile und basophile Leukocyten hervorgehen können. Die Lehre *Ehrlich*'s und *Lazarus*' stützt sich wesentlich auf die Annahme, dass die verschiedenartigen Körnchen der Leukocyten specifisch verschiedene Zellen charakterisiren und dass demgemäss aus den körnchenfreien Lymphocyten keine Leukocyten werden können, eine Annahme, von welcher

bereits in § 326 die Rede war. Für die Selbständigkeit der feinkörnigen und der grobkörnigen Leukocyten kann die Thatsache in Anspruch genommen werden, dass an beiden Zellformen mitotische Theilungen nachgewiesen sind, worüber in neuerer Zeit insbesondere *M. J. Jolly* (in Arch. d'anat. microsc. T. 3 p. 168) eingehendere Mittheilungen gemacht hat. Auf der anderen Seite ist seit den grundlegenden Untersuchungen *Flemming*'s und seiner Schüler (siehe S. 706) sichergestellt, dass in den Lymphknoten und lymphoiden Organen überall Zelltheilungen vorkommen, deren Theilungsprodukte kleine Zellen vom Charakter der Lymphocyten sind. Echte Leukocyten verschiedener Art finden sich nicht nur im Knochenmarke, sondern auch in der Milz und den anderen lymphoiden Organen und es ist eine ganz willkürliche Annahme, sie als dahin aus dem Knochenmarke verschleppt zu betrachten, da in der embryonalen Leber verschiedenartige Leukocytenformen schon zu einer Zeit sich finden, wo Knochenmark noch gar nicht existirt. Ferner hat *Schaffer* schon bei 13—14 Wochen alten menschlichen Embryonen eosinophile Zellen in der Thymus gefunden. Ausserdem haben *H. F. Müller* und *H. Rieder* speziell für die uninucleären körnigen Zellen des Knochenmarkes Unterschiede von jenen des Blutes gefunden, indem erstere grösser sind und plumpere, chromatinärmere Kerne und Mangel amöboider Beweglichkeit zeigen. Da unter normalen Verhältnissen die eigentlichen „Markzellen“ nicht im Blute gefunden werden, fehlt jeder Anhaltspunkt, die an den verschiedensten Orten vorkommenden Körnchenzellen als aus dem Knochenmarke verschleppt anzusehen. Es ist bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse die Annahme eines genetischen Zusammenhanges von Leukocyten und Lymphocyten wohl nicht abzuweisen.

Die Bedeutung der Megakaryocyten in den blutbildenden Geweben ist, wie so vieles Andere in dem Kapitel Blut, Gegenstand widersprechender Meinungen. Sie treten in der Leber, wo sie von *Koelliker* zuerst gesehen wurden, schon zu der Zeit auf, wo die ersten Leukocyten im Blute erscheinen. Während *Sanfelice* sie aus dem Zusammenfliessen von Leukocyten herleitete, betrachten sie *Koelliker* (in Festschr. d. naturf. Ges. in Halle 1879), *Kuborn* u. A. als Wucherung des Gefässendothels, *Howell* als riesig herangewachsene Leukocyten; eine Meinung, der sich im Wesentlichen auch *O. van der Stricht*, *v. Kostanecki* und *M. Heidenhain* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 43. Bd.) anschliessen. Da jedoch die Megakaryocyten der Leber ebenso, wie in anderen Organen, oft mit Ausläufern versehen sind, mittelst welcher sie mit Zellen des Reticulum, in welchem die Blutbildungszellen liegen, zusammenhängen, so scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil dieser Riesenzellen, insbesondere jene des Knochenmarkes, wie die blutkörperchenhaltigen Zellen der Lymphbahnen (siehe S. 701) aus fixen Zellen hervorgehen. Doch glaube ich, dass die Megakaryocyten des Knochenmarkes aus den fixen Zellen des Reticulum und nicht aus Endothelzellen sich bilden, während umgekehrt die Ostoklasten häufig Zusammenhänge mit Blutkapillaren zeigen (Fig. 1243, *c*). Was die Leber anlangt, muss ich die Art der Entstehung der Riesenzellen dahingestellt sein lassen, um so mehr, als die Endothelzellen der Leberkapillaren auch in der ausgebildeten Leber ganz besondere Eigenthümlichkeiten zeigen (siehe S. 667). Die Megakaryocyten sind in Grösse und Beschaffenheit sehr mannigfaltig und an vielen der im Knochenmarke vorkommenden,

konnte *M. Heidenhain* (l. c.) einen geschichteten Bau erkennen und eine helle von einer Membran begrenzte Aussenschicht, eine Mittelschicht und eine Innenschicht, welche letztere das Endoplasma umgiebt, unterscheiden. Das Endoplasma umhüllt den grossen, gebuchteten oder vielfach gelappten, im Ganzen meist eine rundliche Masse darstellenden Kern und dringt auch durch gewöhnlich enge Zugänge in eine central gelegene, erweiterte Bucht (Pyrenocöl, *Heidenhain*) ein. Manchmal sind die Einschnürungen der Kernlappen so tief gehende, dass man einen dicht stehenden Haufen von Kernen vor sich zu haben glaubt und da und dort kommt es zu wirklichen Abschnürungen von Kerntheilen. Die Centralkörperchen sind nach *Heidenhain* zahlreich, oft über 100 und liegen stets in mehreren Gruppen, darunter eine Hauptgruppe im Pyrenocöl. Wie *G. Retzius* (in Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. 15. Vers. 1901, S. 92) in neuester Zeit entdeckte, haben die Megakaryocyten des Knochenmarkes auch ein eigenartiges System von wandungslosen, das Protoplasma durchsetzenden Röhren, welche von einer homogenen Substanz erfüllt sind. Die neben den Megakaryocyten im Knochenmarke vorkommende zweite Art von Riesenzellen, die Ostoklasten, unterscheiden sich von den ersteren durch zahlreiche, fast gleichmässige, ellipsoidische Kerne (Fig. 1343, *c*) und die im 1. Bande (S. 348) genauer geschilderte Struktur. Manchmal, doch im Ganzen selten und nach *Heidenhain* nur in Formen, welche Rückbildungserscheinungen zeigen, finden sich in den Megakaryocyten Einschlüsse von Leukocyten, ferner stark färbbare, wie Chromatin sich verhaltende Körner, endlich auch veränderte rothe Blutkörperchen mit und ohne Kerne. Diese Vorkommnisse scheinen darauf hinzuweisen, dass die Megakaryocyten Phagocyten sind, welche untergehende Blutzellen zerstören; *Heidenhain* spricht aber den Megakaryocyten das Vermögen, aktiv Fremdkörper aufzunehmen, ab und betrachtet dieselben als eigenartige Zellen mit sehr regem Stoffwechsel, welche durch Veränderung der von ihnen aufgenommenen und wieder ausgeschiedenen Eiweissstoffe für die Zusammensetzung der Lymphe

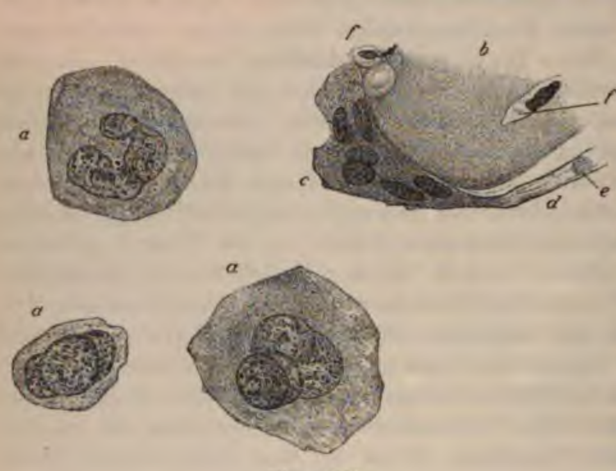


Fig. 1343.

Fig. 1343. Aus einem Längsschnitt durch einen Metatarsus eines 16 cm langen Katzenembryo. Sublimat-Platinchlorid, Hämatox., Eosin. Vergr. 700. *a* Megakaryocyten mit gelappten Kernen; *b* Knochenbälkchen; *c* diesem anliegender Ostoklast mit sechs Kernen; *d* Blutkapillare mit dem Ostoklasten in Verbindung; *e* rothes Blutkörperchen in der Kapillare; *f* Knochenlacunen mit geschrumpften Knochenzellen und *dunkel gefärbten* Kernen in denselben.

und des Blutplasma von Bedeutung sind; eine Annahme, die auch *G. Retzius* (l. c.) für die physiologische Deutung der von ihm im Protoplasma der Megakaryocyten entdeckten Röhren verwerthet. Die Megakaryocyten zeigen, wie bereits im 1. Bande (S. 62 und 299) erwähnt wurde, pluripolare Mitosen und Theilungsbilder und haben mit der Bildung der weissen und rothen Blutkörperchen direkt nichts zu thun, stellen vielmehr eigenartige Elementartheile dar, die schliesslich als solche zu Grunde gehen, ohne jemals andere Zellformen zu erzeugen.

O. van der Stricht legt ein besonderes Gewicht auf die Thatsache, dass die Megakaryocyten nur bei Säugethieren vorkommen, während sie bei den anderen Wirbelthieren, insbesondere auch bei den Vögeln, fehlen und er bringt diese Thatsache mit der Annahme in Zusammenhang, dass die Megakaryocyten vorzüglich die Bedeutung haben, die von den rothen Blutscheiben ausgestossenen Kerne zu resorbiren. Indessen lässt sich das, überdies relativ seltene Vorkommen von kernhaltigen rothen Blutzellen und von Kernen solcher im Innern von Megakaryocyten vielleicht dadurch erklären, dass untergehende rothe Blutzellen von Leukocyten aufgenommen werden und weiterhin durch diese in das Innere von Megakaryocyten hineingelangen. Eine befriedigende Erklärung des Fehlens der Megakaryocyten bei den Sauropsiden und ihres Vorkommens bei den Säugethieren ist allerdings nicht zu geben. Indessen scheint es doch noch fraglich, ob nicht den Megakaryocyten homologe Elemente, die vielleicht kleinere Dimensionen haben, auch bei den Sauropsiden vorkommen. Die Megakaryocyten haben wegen ihres regelmässigen Vorkommens in den blutbildenden Organen und wegen ihres gelegentlichen Gehaltes von rothen Blutzellen oder Theilen von solchen auch wiederholt Anlass zu der Annahme gegeben, dass in denselben Blutkörperchen gebildet werden (*Salvioli* und *Foa*, *Saxer*, *Whiting* [siehe S. 275] u. A.). Sie wurden mit den vasoformativen Zellen, von welchen auf S. 673 die Rede war, zusammengeworfen, sie haben aber ebenso wenig als diese mit progressiven, sondern nur mit Untergangsformen von Blutzellen eine Beziehung.

Was nun die mannigfaltigen Schicksale der Leukocyten im Organismus anlangt, so war von dem Untergange derselben in den Lymphknötchen auf S. 200, 263, in den Lymphknoten auf S. 707 die Rede. Die Verbreitung der Leukocyten als Wanderzellen, welche aus den Blut- und Lymphgefässen heraustretend im Bindegewebe und in Epithelien gefunden werden, wurde bei den einzelnen Organen erwähnt und ihr massenhafter Durchtritt durch das Epithel der Mandeln insbesondere auf S. 69 besprochen. Der phagocytären Eigenschaften der Leukocyten wurde ebenfalls wiederholt gedacht (S. 701 u. 719). Die Entdeckung *Cohnheim*'s, dass die Leukocyten bei experimentell erzeugter Entzündung aus den Blutgefässen auswandernd Eiterzellen bilden, erschütterte die Lehre *Virchow*'s, dass die Eiterzellen aus Gewebezellen entstehen, führte aber andererseits zu übertriebenen Vorstellungen von der physiologischen und pathologischen Bedeutung der Leukocyten. Man schrieb vor 30 Jahren den Leukocyten die Bedeutung von Keimzellen zu, aus welchen Bindegewebszellen, Epithelzellen, selbst Nervenzellen u. s. w. hervorgehen können und welche bei der Regeneration der Gewebe die wesentlichste Rolle spielen sollten. Nach langen, theilweise erbitterten Kämpfen und mühsamen oft erfolglosen Untersuchungen,

hat sich allmählich eine Ernüchterung eingestellt, deren Resultat im Wesentlichen sich dahin zusammenfassen lässt, dass ein sicherer Nachweis der Umbildung eines Leukocyten in eine Gewebezelle nirgends zu führen ist. Obwohl noch *Metschnikoff* (in Festschr. für *Virchow* 1891), *J. Arnold* (in *Virchow's* Arch. 132. Bd.), *Querton* (in Mém. de l'Acad. r. de Méd. de Belgique T. 15, 1897) u. A. für die Umwandlung von Leukocyten in Bindegewebszellen eingetreten waren, ist durch die Untersuchungen von *Zahn*, *Reinke*, *Eberth*, *Klemensiewicz*, *Marchand* u. A. mehr die Ansicht durchgebrochen, dass bei der Regeneration der Gewebe und Neubildung derselben die Leukocyten und Lymphocyten sich nicht direkt betheiligen, sondern zu Grunde gehen oder verschwinden, während die Geweberegeneration von den fixen Gewebezellen ihren Ausgang nimmt, wobei bewegliche Zellen auftreten, welche mit Leukocyten leicht verwechselt werden können. Ein näheres Eingehen auf diesen für die Physiologie und Pathologie gleich bedeutungsvollen Gegenstand ist hier nicht am Platze und sei in dieser Beziehung auf die Handbücher der pathologischen Histologie, die zusammenfassende Arbeit *R. Paltauf*'s „Entzündliche Neubildung" (in Ergebnisse der allgemeinen Pathologie etc. von *Lubarsch* und *Ostertag* 1. Jahrg. II. Abth. S. 261) verwiesen und für die allgemeinen Gesichtspunkte, welche hierbei in Betracht kommen, auf *F. Marchand*, „Ueber die Beziehungen der pathologischen Anatomie zur Entwicklungsgeschichte, besonders der Keimblattlehre" (in Verhandl. d. Deutschen patholog. Gesellsch. II, Jahrg. 1900, S. 38).

In Frankreich, wo die Lehre *Ranvier*'s von den vasoformativen Zellen und die Hypothese *Hayem*'s, dass die Blutplättchen (Hämatoblasten) die Vorstadien der rothen Blutkörperchen seien, auf dem Gebiete der Hämatologie die Geister fast allgemein beherrschen, macht die unleugbare Thatsache der Existenz kernhaltiger, rother Blutkörperchen im rothen Knochenmarke während, des ganzen Lebens, viele Schwierigkeiten. Abgesehen von vergeblichen Versuchen, die Thatsache todt zu schweigen, oder abzuleugnen, wurde zunächst von *Pouchet* (in Gaz. méd. de Par. 1879 p. 184) die mehr verblüffende, als glaubliche Behauptung aufgestellt, dass es sich bei den kernhaltigen rothen Blutzellen des Knochenmarkes um eine Degeneration (Dégénérescence hémoglobique) handle, die als Hämoglobindegeneration in mancherlei Weise Zellen befallen könne und der Fettdegeneration u. s. w. an die Seite zu stellen sei. *Malassez* (in Arch. de la Physiol. 2. Ser. 9 a. 1882), dessen Ausführungen auch *Renaut* (in Traité d'Histol. I, p. 153) beistimmt, stellt das Vorkommen von grossen kernhaltigen Erythrocyten — den Megaloblasten — in den Vordergrund und weist darauf hin, dass aus solchen unmöglich normale, kernlose Blutscheiben durch Kernschwund hervorgehen können und stellt die Hypothese auf, dass diese Zellen — Cellules globuligènes — durch Knospung kernlose Blutkörperchen erzeugen, ein Vorgang, der nach *Renaut* von der direkten Entstehung von kernlosen, rothen Blutzellen innerhalb von vasoformativen Zellen prinzipiell nicht wesentlich verschieden wäre. Den Ausführungen *Malassez*'s ist entgegen zu halten, dass es im Knochenmarke neben Megaloblasten weit zahlreichere Normoblasten giebt, die nicht grösser als normale rothe kernlose Blutkörperchen sind und dass, namentlich unter pathologischen Verhältnissen, im Blute noch sehr grosse kernlose Blutzellen vorkommen und dass andererseits der Knospungsvorgang nicht direkt beobachtet ist. In eigenthümlicher Weise hat *Sedgwick Minot* (in Anat. Anz. 5. Bd. S. 601) die Thatsachen der Entwicklungsgeschichte der rothen Blutkörperchen mit der Lehre von den vasoformativen Zellen, welche er gleich *Schäfer* für gesichert hält, in Einklang zu bringen versucht. Ausgehend von der ersten Form der embryonalen Blutkörperchen unterscheidet *S. Minot* als erstes Stadium der philogenetischen Entwicklung des Blutes bei Wirbelthieren:

A. einfachzelliges Blut, das nur rothe Zellen mit grossen Kernen und *wenig* Protoplasma enthält. Diesem folgt

B. doppelzelliges Blut mit rothen und weissen Zellen; erstere entweder mit grossem grobgranulirtem Kerne (Ichthyopsiden) oder mit verkleinerten sich dunkel färbendem Kerne (Sauropsiden, Säugethierembryonen);

C. Plastidenblut, mit rothen kernlosen Plastiden, ohne rothe Zellen und mit weissen Zellen.

Das Säugethierblut mache nun bei seiner Entwicklung das Stadium A, sowie die beiden Unterstufen des Stadium B der Reihe nach durch, die Ontogenie wiederhole also die Phylogenie und erreiche mit C ein Stadium, das eben den Säugethieren eigenthümlich sei durch die neu auftretenden Plastiden. — Abgesehen davon, dass die Entstehung der kernlosen rothen Blutkörperchen, der „Plastiden" direkt in den vasoformativen Zellen auf einer irrthümlichen Deutung der Befunde beruht, ist das Stadium A ein reines Embryonalstadium, das bei keinem ausgewachsenen lebenden Wirbelthiere vorkommt, somit als phylogenetisches Stadium ganz hypothetisch und als solches auch höchst unwahrscheinlich, da die wirbellosen Thiere im Allgemeinen Blut mit hämoglobinfreien Zellen besitzen. Auch ist diese Hypothese nicht im Stande begreiflich zu machen, warum bei den Säugethieren zeitlebens im rothen Knochenmarke kernhaltige, rothe Blutzellen sich finden.

Die Bemühungen, den Zusammenhang der mannigfaltigen Zellformen, welche bei den verschiedenen Erkrankungen des Blutes und der blutbereitenden Organe auftreten, aufzudecken, haben in neuerer Zeit zahlreiche Arbeiten zu Tage gefördert, in welchen der Leser, vorzüglich auf Grund von gefärbten Ausstrichpräparaten mit einer wahren Fülle neuer Namen, welche zum Theile an Länge den berüchtigten, rationellen Benennungen komplizirter, chemischer Verbindungen gleichkommen, überschüttet wird. Nur ist leider der wesentliche Unterschied, dass die rationelle, chemische Nomenklatur dem Sachverständigen ein vollkommenes Bild der betreffenden Verbindung giebt, während von den langen, zusammengesetzten griechischen und hybriden Worten der modernen hämatologischen Litteratur dem Leser kein Nutzen, sondern nur eine unnöthige Belastung des Gedächtnisses erwächst. Die Bedeutung der verschiedenen Färbbarkeit hämoglobinhaltiger Zellen ist an und für sich nicht sicher zu stellen. Sie kann eben so wohl von mangelhafter Ausbildung, als von Degeneration herrühren und es kann jedenfalls aus der verschiedenen Färbbarkeit kein sicherer Schluss auf das relative Alter der Zellen gezogen werden. Ebensowenig kann auf die Kernformen der Leukocyten ein besonderes Gewicht gelegt werden. Es wurde in dem Vorhergehenden von Worten, wie Polychromatischer Normoblast oder Karyosphärischer Makrolymphocyt u. s. w. gänzlich abgesehen und eine möglichst einfache, für das Bedürfniss ausreichende Nomenklatur gebraucht. Leider sind einige für die Besprechung der Entwicklungsvorgänge wünschenswerthe Ausdrücke, wie Hämatoblast, Leukoblast, Erythroblast nicht verwendbar gewesen, da dieselben in so verschiedenartigem Sinne gebraucht werden, dass ihre Anwendung leicht zu Missverständnissen Anlass geben kann.

Bei der Frage der Entwicklung der Leukocyten wurde die Ansicht ganz bei Seite gelassen, welche insbesondere von *Retterer* immer wieder vertheidigt wird, dass die Leukocyten aus Epithelzellen entstehen sollen, wovon auf S. 73 und 203 die Rede war. Wenn nun auch diese Angaben *Retterer*'s ebenso wie die Behauptung *v. Davidoff*'s, dass im Innern der Darmepithelzellen Leukocyten entstehen (siehe S. 185), als unberechtigt erscheinen, so ist es angesichts der Unsicherheit, welche über die Herkunft der ersten Leukocyten besteht, begreiflich, wenn immer neue Versuche gemacht werden, diese Frage in ganz bestimmter Weise zu lösen.

Sehr merkwürdige Mittheilungen über das erste Auftreten der Leukocyten hat in jüngster Zeit *J. Beard* (in Anat. Anz. 18. Bd. S. 550) gemacht, der bei Rochenembryonen (*Raja batis*), auf Grund der Untersuchung eines sehr grossen Materials, sicher zu sein glaubt, dass die ersten Leukocyten umgewandelte Epithelzellen der Thymusanlage der ersten Kiemenspalte sind. Die Thymusanlagen der folgenden Kiemenspalten betheiligen sich ebenso an der Leukocytenbildung. Die ersten Leukocyten im Blute treten bei Rochenembryonen zwischen 14 und 17 mm Länge auf, die ersten Leukocyten in der Thymus etwas früher, bis herab zu Embryonen von 10 mm. Mit der Ausbildung der Thymusanlagen wird die Leukocytenbildung immer reichlicher und *Beard* glaubt, dass die nun ins Blut gelangten Leukocyten die Ausgangspunkte für neue Leukocytenherde in anderen Organen, wie im Darme, in der Milz u. s. w. werden und er steht nicht an.

zu behaupten, dass die Lymphzellen aller lymphoiden Organe in letzter Linie Abkömmlinge der Thymus seien. Unabhängig von *Beard* fanden *Nussbaum* und *Prymak* (in Anat. Anz. 19. Bd. S. 6), dass die Lymphzellen der Thymus bei Knochenfischen zum grössten Theile aus Epithelzellen entstehen.

Ob die von *Beard* für *Raja* gemachten Befunde — die Richtigkeit ihrer Deutung vorausgesetzt — auch für die höheren Wirbelthiere, insbesondere die Säugethiere Geltung haben, muss vorläufig mindestens dahingestellt bleiben, da wie *Beard* selbst hervorhebt, die Thymus der Selachier einen anderen Bau hat. Auch verdient betont zu werden, dass die Leber der Selachierembryonen nicht, wie bei den Amphibien und Säugethieren, blutbildendes Organ ist, wie *O. van der Stricht* für 2—3 cm lange Embryonen von *Scillium canicula* feststellte (in Arch. de Biol. V. 9) und ich für 2—3 cm lange Embryonen von *Torpedo ocellata* bestätigen kann. Bei den Säugethieren wandelt sich sicherlich ein grosser Theil der epithelialen Zellen nicht in Leukocyten um, sondern ist in Form von Zellhaufen und Ballen und konzentrisch geschichteten Körperchen noch bei der Rückbildung der Thymus und bis ins späte Alter zu erkennen (siehe S. 333 u. 339). Doch spricht anscheinend der schon von *Koelliker* (in Entwicklgesch. 2. Aufl.) beim Kaninchen gemachte Befund, dass die Thymuszellen immer kleiner werden, ihren epithelialen Charakter verlieren und schliesslich wie Ansammlungen kleiner rundlicher Kerne erscheinen, für die Umwandlung von Epithelzellen in Leukocyten. Da aber dieser Prozess gleichzeitig mit dem Einwachsen von Blutgefässen und Bindesubstanz in die ursprünglich epitheliale Anlage vor sich geht, ist die Entscheidung nicht leicht, ob die Leukocyten nicht sekundär auf diesem Wege in die Thymus gelangen, da wie gesagt, zweifellos epitheliale Elemente in der Thymus später sich deutlich von den Lymphocyten unterscheiden lassen.

Ueber die Art wie die Leukocyten sich vermehren, herrschte längere Zeit die Ansicht, dass bei denselben keine mitotische, sondern nur eine direkte Zelltheilung oder wenigstens keine echte Mitose vorkomme. *Löwit* wollte in der Art der Vermehrung einen wesentlichen Unterschied zwischen den „Erythroblasten“ und „Leukoblasten“ finden, indem nur erstere Mitosen zeigen sollten und erklärte die mitotisch sich theilenden freien Zellen in den Lymphdrüsen, welche von *Flemming* zuerst nachgewiesen wurden, als „Erythroblasten“. *J. Arnold* (in Arch. f. mikr. Anat. 30. u. 31. Bd.) glaubte namentlich auf Grund seiner Befunde an Holundermarkplättchen, welche er in die Lymphsäcke der Frösche einführte, für die grossen amöboiden Leukocyten die direkte Theilung festgestellt zu haben. Indessen ist jedenfalls sicher, dass der normale Zelltheilungsvorgang auch bei den grossen Leukocyten, der einer regelrechten Mitose ist, wie seit *Peremeschko* (1878) zahlreiche Beobachter bestätigen konnten und wie insbesondere *Spronck* auch für die grossen Leukocyten des Blutes beim Kaninchen und beim Menschen feststellte. Bei eosinophilen Leukocyten der Vögel sahen *Bizzozero* und *Denys* Mitosen, bei jenen der Frösche *Dekhuyzen* (in Anat. Anz. 6. Bd.), bei jenen des Knochenmarkes der Säugethiere und im leukämischen Blute zuerst *H. F. Müller* (in Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 29. Bd.).

Litteratur.

Blut und Lymphe. — Mit Rücksicht auf den enormen Umfang der Litteratur dieses Gegenstandes, deren vollständige Mittheilung viele Bogen füllen würde, mögen zunächst einige zusammenfassende Darstellungen angeführt werden:

H. Nasse, Chylus, Lymphe und Blut, in *Wagner*'s Handw. d. Physiol. I. Bd.; *Koelliker*, in Mikroskopische Anatomie 2. Bd., 2. Hälfte, S. 561—605 (ältere Litteratur!); *A. Rollett*, „Vom Blute“, in *Stricker*'s Handbuch der Lehre von den Geweben, S. 271; *Derselbe*, Physiologie des Blutes, in *L. Hermann*'s Handbuch der Physiologie, IV. Bd., I. Theil, 1880; *G. Hayem*, Du Sang et ses altérations anatomiques etc. Paris, Masson, 1889; *H. Rieder*, Atlas der klinischen Mikroskopie des Blutes, Leipzig 1893; *R. v. Limbeck*, Grundriss einer klinischen Pathologie des Blutes, II. Aufl., Wien 1896; *Türck*, Klinische Untersuchungen über das Verhalten des Blutes etc., Wien 1898; *Ehrlich* und *Lazarus*, Die Anämie, im Handb. d. Pathol. etc., herausgeg. von *H. Nothnagel*, 8. Bd., 1. Th., 1. Hft., Wien 1898; *G. Bizzozero* e *C. Sacerdotti*, in *Manuale di Microscopia clinica* ec., Milano 1901, Vallardi.

Ferner von speziellen Abhandlungen:

H. Müller, in Zeitschr. f. ration. Med. 1845; *R. Wagner*, Beiträge zur vergl. Physiologie des Blutes, Leipzig 1833 und Nachträge z. vergl. Physiol. I. Ebendas. 1838; *J. C. Fahrner*, De globulor. sang. origine. Turici 1845; *A. Koelliker*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV. 1846, S. 42; *C. Donders* und *J. Moleschott*, in den Holländ. Beitr. III, S. 360; *Donders*, in Nederl. Lanc. 1846; *W. Jones*, in Phil. Transact. 1846, II. p. 82; *Moleschott*, in *Müll.* Arch. 1853, dann in Wien. med. Wochenschr. 1853 April und 1854 Febr.; *Koelliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII, S. 182, 183, dann in Würzb. Verh. VII; *Aubert*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII, S. 357; *Berlin*, in Nederl. Lanc. 3. Ser. 5. Jaarg. p. 734, u. Arch. f. holl. Beitr. Bd. I, S. 75; *Marfels* und *Moleschott*, in Unters. z. Naturl. I. S. 52; *Teichmann*, in Zeitschr. f. ration. Med. VIII. S. 141; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1858, S. 178; *Berlin*, in Arch. f. d. holl. Beitr. I. S. 356; *C. Robin*, in Journ. de la phys. I. p. 283, Ibid. II. p. 41; *C. Rouget*, in Journ. de la phys. II. p. 660; *G. F. Pollock*, in Quart. Journ. of microsc. scienc. 1859, Oct. Transact. p. 4; *Botkin*, in *Virch.* Arch. XX. S. 26; *A. Böttcher*, Ueber Blutkrystalle, Dorpat 1862; *C. Bojanowsky*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 312; *Hensen*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 253; *G. Zimmermann*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 344; *Bursy*, Ueber d. Einfluss e. Salze auf die Krystallisation d. Blutes, Dorpat 1863, Diss.; *C. Böttcher*, in *Virch.* Arch. Bd. XXVI, S. 606, Bd. XXXII, S. 126 u. 372, Bd. XXXVI, S. 342; *M. de Vintschgau*, in Atti dell' istituto veneto, Vol. VII, Ser. III; *A. Rollett*, in Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. XLVI, XLVIII, L, LII, auch zum Theil in *Moleschott*'s Untersuch. Bd. IX, S. 22, 260, 474; *H. Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 20, S. 257; *W. Roberts*, in Quart. Journ. of microsc. sc. 1863, Journ. p. 170; *L. Beale*, Ebendas. 1864, Transact. p. 32; *Reichert*, in Arch. f. Anat. 1863, S. 137; *Wittich*, in Königsb. med. Jahrb. Bd. III, S. 332; *Klebs*, in Med. Centralbl. 1863, Nr. 54, in *Virch.* Arch. XXXVIII, S. 190; *E. Rindfleisch*, Experimentalstudien in der Histologie des Blutes, Leipzig 1863; *A. Schmidt*, in *Virch.* Arch. XXIX, S. 14; Hämatol. Studien, Dorpat 1865; *Preyer*, in *Virch.* Arch. XXX, S. 417; *C. L. Rovida*, in Annali univ. di med. Oct. 1865, p. 57; *P. Owsjannikow*, in Bullet. de l'Acad. de Pétersbourg, T. VIII, p. 561; *G. A. M. Kneuttinger*, Zur Histologie des Blutes. Würzb. 1865; *E. Neumann*, in Med. Centralbl. 1865, Nr. 31; Arch. f. Anat. 1865, S. 676, 1867, S. 31; *W. Erb*, in Med. Centralbl. 1865, Nr. 14, *Virch.* Arch. XXXIV, S. 138; *M. Schultze*, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. I, S. 1; *P. Mantegazza*, Del globulimetro, Milano 1865; *O. Bode*, Ueber die Metamorph. d. rothen Blutkörperchen in Blutextrav. d. Froschlymphsäcke, Dorp. 1866; *Miot*, Rech. phys. sur la formation des glob. du sang, Bruxelles 1865; *v. Recklinghausen*, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. S. 137; *W. Kühne*, in *Virch.* Arch. XXXIV, S. 423; *J. G. v. d. Lith*, in Nederlandsch Archief Bd. II, S. 196; *E. Brücke*, in Wien. Sitzungsber. Bd. LVI, Juniheft; *E. Neumann*, Ueber die Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung, in Centralbl. f. med. Wissensch. 1868, S. 689 und Arch. d. Heilk. 10. Bd., S. 68; *A. Rollett*, Ueber Zersetzungsbilder der rothen Blutkörperchen, in Untersuch. aus dem Institute f. Physiol. u. Histol. in Graz, Leipzig 1870; *H. Welcker*, Modelle zur Erläuterung der Form, des Volums und der Oberflächenentfaltung der rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere, in Arch. f. mikrosk. Anat. 8. Bd., S. 472; *Gulliver*, in Monthly microsc. Journ. 1870 u. 1874 und Proceed. of the zool. soc. of London 1873, 1874 u. 1875 (Messungen von Blutkörperchen); *Schaefer*, The intracellular development of blood corpuscles in mammals, in Monthly microsc. journ. 1874, p. 261; *E. Neumann*, Die *Heitzmann*'schen Hämatoblasten, in Arch. f. mikrosk. Anat. XI. Bd., S. 169; *Derselbe*, Neue Beiträge zur Kenntniss der Blutbildung, in Arch. d. Heilkde. 15. Jahrg. 1874, S. 441; *A. Schmidt*, Ueber die Beziehung der Faserstoffgerinnung zu den körperlichen Elementen des Blutes, in *Pflüger*'s Arch. f. Physiol. XI. Bd.; *A. Böttcher*, Neue Untersuch. über die rothen Blutkörperchen, in Mém. de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg 7. Sér., T. 22, N. 11, 1876; *N. Wissozky*, Ueber das Eosin als Reagens auf Hämoglobin und die Bildung von Blutgefässen und Blutkörperchen bei Säugethier- und Hühnerembryonen, in Arch. f. mikrosk. Anat. XIII. Bd.; *A. Böttcher*, Ueber einige Veränderungen, welche die rothen Blutkörperchen in Extravasaten erleiden, in *Virchow*'s Arch. 69. Bd.; *Derselbe*, Ueber die feineren Strukturverhältnisse der rothen Blutkörperchen, in Arch. f. mikrosk. Anat.

XIV. Bd.; *v. Brunn*, Ueber die den rothen Blutkörperchen der Säugethiere zugeschriebenen Kerne, Ebenda; *G. Hayem*, Recherches sur l'evolution des hématies dans le sang de l'homme et des vertebrés, in Arch. de physiol. 1878 u. 1879; *Ehrlich*, Ueber die specifischen Granulationen des Blutes, in Arch. f. Anat. u. Physiol. 1879, S. 571; *G. Pouchet*, Évolution et structure des noyaux des éléments du sang chez le Triton, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1879; *E. Rindfleisch*, Ueber Knochenmark und Blutbildung, in Arch. f. mikrosk. Anat. XVII. Bd.; *G. Bizzozero* et *Torre*, Sulla produzione dei globuli rossi negli uccelli, in Archivio per l. sc. mediche Vol. IV, p. 388, Auszug in Centralbl. f. med. Wissensch. 1880; *A. Rollett*, Ueber die Wirkung welche Salze und Zucker auf die rothen Blutkörperchen ausüben, in Biol. Centralbl. 1881, Nr. 6; *G. Bizzozero* und *Salvioli*, Beiträge zur Hämatologie etc., in *Moleschott's* Unters. 12. Bd., S. 595 u. 13. Bd., S. 153; *G. Bizzozero*, Ueber die Theilung der rothen Blutkörperchen im Extrauterinleben, in Centralbl. f. med. Wissensch. 1881, S. 129; *C. Laker*, Studien über die Blutscheibchen und den angeblichen Zerfall der weissen Blutkörperchen bei der Blutgerinnung, Sitzber. d. k. Akad. in Wien 86. Bd., III. Abth. 1882, ferner ebenda 90. Bd., S. 147; *W. Feuerstack*, Die Entwicklung der rothen Blutkörperchen, in Zeitschr. f. wissensch. Zool. 38. Bd., S. 136; *J. Hlava*, Die Beziehung der Blutplättchen *Bizzozero*'s zur Blutgerinnung und Thrombose, in Arch. f. experim. Pathol. 17. Bd., S. 392; *M. Löwit*, Ueber die Bildung rother und weisser Blutkörperchen, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 88. Bd., III. Abth., S. 356; *Bizzozero*, Ueber die Bildung der rothen Blutkörperchen, in *Virchow*'s Arch. 95. Bd., S. 26; *Lavdowsky*, Mikroskopische Untersuch. einiger Lebensvorgänge des Blutes, in *Virchow*'s Arch. 96. Bd., S. 60 u. 97. Bd., S. 177; *M. Löwit*, Beiträge zu der Lehre von der Blutgerinnung, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 89. Bd., III. Abth., S. 270 u. 90. Bd., S. 80; *P. Ehrlich*, Zur Physiologie und Pathologie der Blutscheiben, in Charité-Annalen X. 1885, S. 136; *C. Laker*, Beobachtungen an den geformten Bestandtheilen des Blutes, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 93. Bd., III. Abth.; *J. Arnold*, Ueber Theilungsvorgänge an den Wanderzellen, in Arch. f. mikrosk. Anat. 30. Bd., S. 205; *M. Löwit*, Die Umwandlung der Erythroblasten in rothe Blutkörperchen, in Sitzber. d. k. Akad. in Wien, 1887; *Denys*, La structure de la moëlle des os et de la genèse du sang chez les oiseaux, in La Cellule Tome 4, 1887; *A. Mosso*, Die Umwandlung der rothen Blutkörperchen in Leukocyten etc., in *Virchow*'s Arch. 109. Bd.; *Derselbe*, Kritische Untersuchungen der beim Studium der Blutkörperchen befolgten Methoden, Ebenda, 113. Bd.; *J. Eberth* und *C. Schimmelbusch*, Die Thrombose nach Versuchen und Leichenbefunden, Stuttgart 1888; *A. Koelliker*, Ueber Krystalle in embryonalen Blutzellen, in Sitzber. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1889, Nr. 1; *C. Laker*, Die Blutscheiben sind konstante Formelemente des normalen, cirkulirenden Säugethierblutes, in *Virchow*'s Arch. 116. Bd.; *M. Löwit*, Ueber die Präexistenz der Blutplättchen und die Zahl der weissen Blutkörperchen im normalen Blute des Menschen, in *Virchow*'s Arch. 117. Bd.; *Bethe*, Beiträge zur Kenntniss der Zahl und Massverhältnisse der rothen Blutkörperchen, in *Schwalbe*'s Morphol. Arbeiten I. Bd. und Diss. Strassburg 1891; *R. Muir*, Contributions to the Physiology and Pathologie of the Blood, in Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 25, p. 256, 352 u. 475; *H. F. Müller*, Die Methoden der Blutuntersuchung, in Centralbl. f. allgem. Pathol. u. pathol. Anat. 3. Bd. 1892, S. 80 (Zusammenfassendes Referat); *C. Kaiserling*, Die Mikrometrie und ihre Anwendung auf die Bestimmung der Grössenveränderungen der rothen Blutkörperchen etc. Berlin 1893; *S. Engel*, Zur Entstehung der körperlichen Elemente des Blutes, in Arch. f. mikrosk. Anat. 42. Bd., S. 217; *H. F. Müller*, Die Morphologie des leukämischen Blutes etc. (Zusammenfassendes Referat mit eingehender Berücksichtigung der Litteratur), in Centralbl. f. allg. Pathol. und pathol. Anat. 5. Bd. 1894, S. 553; *G. Zenoni*, Sur l'origine de globules blancs du Sang, in Arch. ital. de Biol. 1895; *N. Sacharoff*, Ueber die Entstehung der eosinophilen Granulationen des Blutes, in Arch. f. mikr. Anat. 45. Bd., S. 370; *L. Bremer*, Ueber die Paranuclearkörperchen der gekernten Erythrocyten etc., Ebenda S. 433; *A. Pappenheim*, Die Bildung der rothen Blutscheiben, Berlin 1895; *J. Arnold*, Ueber die feinere Struktur der hämoglobinlosen und hämoglobinhaltigen Knochenmarkzellen, in *Virchow*'s Arch. 144. Bd.; *Derselbe*, Zur Morphologie der rothen Blutkörper, Ebenda 145. Bd.; *L. Gulland*, On the granular leucocytes, in Journ. of Physiol. Vol. 19, p. 385; *Ph. Knoll*, Ueber die Blutkörperchen bei wechselwarmen Thieren, in Sitzber. d. k. Akad.

in Wien 105. Bd., III. Abth., S. 35; *J. Arnold*, Ueber die Herkunft der Blutplättchen, in Centralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 8. Bd., S. 289; *J. Jolly*, Recherches sur la valeur morphologique et la signification des différents types de globules blancs, Paris 1898; *H. Hirschfeld*, Zur Kenntniss der granulirten Knochenmarkzellen, in *Virchow*'s Arch. 153. Bd., S. 335; *J. Arnold*, Der Farbenwechsel der Zellgranula, insbesondere der acidophilen, in Centralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 1899, S. 841; *Derselbe*, Zur Morphologie der Gerinnung, in *Virchow*'s Arch. 150. u. 155. Bd.; *R. Rawitz*, Ueber die Blutkörperchen einiger Fische, in Arch. f. mikrosk. Anat. 56. Bd., S. 149; *Detjen*, Untersuchungen über Blutplättchen, in *Virchow*'s Arch. 164. Bd., S. 239; *A. Petrone*, Sur le sang, in Arch. ital. de Biol. T. 36, p. 365; *A. Cesaris Demel*, Sur la substance chromatophile endoglobulaire, in Atti d. R. Accad. di Torino 1901, Vol. 36 und Arch. ital. de Biol. T. 36, p. 274.

Ausserdem vergleiche man die im Texte angeführten Schriften, ferner die in den §§ 102, 225, 249, 261 (S. 279), 271, 276, 312, 324 (S. 712) citirte Litteratur, endlich über die erste Entwicklung der Blutkörperchen die Handbücher der Entwicklungsgeschichte.

Von den höheren Sinnesorganen.

1. Vom Sehorgane.

§ 331.

Das Sehorgan besteht aus dem Augapfel, oder dem eigentlichen Sinnesapparate, und den Nebentheilen, welche theils zum Schutze, theils zur Bewegung desselben vorhanden sind, nämlich den Augenlidern, Augenmuskeln und den Thränenorganen. Der Augapfel selbst ist ein sehr zusammengesetztes Organ, in dem fast alle Gewebe des Körpers vertreten sind, und wird derselbe wesentlich aus drei Häuten, einer äusseren Faserhaut, *Sclerotica* und *Cornea*, einer mittleren Gefässhaut, der *Chorioidea* und *Iris*, und einer mit dem Sehnerven zusammenhängenden Nervenhaut: Netzhaut, *Retina*, und aus zwei inneren, lichtbrechenden Mitteln, dem Glaskörper und der Linse zusammengesetzt.

A. Vom Augapfel.

§ 332.

Faserhaut des Auges (*Tunica fibrosa oculi*). Die äussere Umhüllung des Augapfels wird von einer derben, vorzüglich bindegewebigen Faserhaut gebildet, welche dem äusseren Ansehen nach in einen kleineren, vorderen, durchsichtigen Abschnitt, die Hornhaut, und einen grösseren, undurchsichtigen, hinteren Theil, die harte Haut, zerfällt, jedoch, wie die Entwicklungsgeschichte und der feinere Bau lehren, durchweg als eine zusammenhängende Haut anzusehen ist.

Die harte Haut, *Sclerotica*, auch weisse Haut, *Albuginea*, genannt, ist eine weisse, sehr derbe und feste fibröse Haut, die vom hinteren Umfange des Auges an, wo sie 1 mm dick, mit der Scheide des Sehnerven unmittelbar

zusammenhängt und auch mit der *Lamina cribrosa* und dem Bindegewebe des Nerven sich vereint (*Löwig*), nach vorn zu allmählich an Dicke, bis auf 0,4 bis 0,3 mm, abnimmt, schliesslich durch Verschmelzung mit den Sehnen der geraden Augenmuskeln wieder auf 0,6 mm sich verstärkt und dann unmittelbar in die Hornhaut sich fortsetzt. Dieselbe giebt beim Kochen gewöhnlichen Leim und besteht aus wahrem Bindegewebe, dessen Fibrillen sowohl beim Zerzupfen, als auch an mit Wasser behandelten Querschnitten äusserst deutlich hervortreten. Die Bündel derselben sind mehr gerade gestreckt, sonst wie in Sehnen innig verbunden und zu grösseren, dünneren oder dickeren, platten Bändern vereint, welche in der ganzen Dicke ziemlich regelmässig abwechselnd der Länge und Quere nach verlaufen und so auf senkrechten Schnitten einen blätterigen Bau erzeugen (Fig. 1357, *Sk*). Doch sind wirkliche, für sich bestehende Blätter nirgends vorhanden, vielmehr stehen die verschiedenen Längslagen unter einander in vielfacher Vereinigung und ebenso die der Quere nach verlaufenden Schichten. Nur an der äusseren, namentlich aber an der inneren Oberfläche der harten Haut sammeln sich die Längsfasern zu etwas stärkeren Platten an und erhalten so eine grössere Selbständigkeit.

Mitten durch das Bindegewebe der *Sclerotica* verlaufen eine grosse Zahl feiner elastischer Elemente, von derselben Form wie in Sehnen und Bändern (siehe § 108), nämlich als ein Netzwerk feiner und feinster Fasern, deren Anordnung in neuerer Zeit von *Sattler*, *Stutzer* und *Kiribuchi* eingehend untersucht wurde. Ausserdem finden sich auch hier netzförmig vereinte Bindegewebszellen in grosser Zahl, welche in Höhlungen liegen, die an trockenen Scleroticaschnitten durch Schrumpfung der Zellkörper sich mit Luft füllen (dies sind die kreideweissen Körperchen von *Huschke*). Bei Thieren finden sich in manchen Zellen deutliche Pigmentkörnchen, welche beim Menschen in den innersten Lagen der *Sclerotica* auch vorkommen. Die Gefässe der *Sclera* stammen aus denselben Aesten, die auch die *Chorioidea* versorgen, nämlich den *Ciliares anteriores* und *Cil. posteriores breves*. Bemerkenswerth ist vor allem ein Arterienkranz um die Eintrittstelle der Sehnerven herum, an der Aussenfläche der *Sclera*, von dem aus zahlreiche Gefässe die Sehnervenscheide durchbohren und mit den Aesten der *Art. centralis retinae* im Sehnerven anastomosiren (*Leber*, 1865 Tab. IV, Fig. 1). Die übrigen Arterien verlaufen ebenfalls auf der *Sclera*, haben zum Theil einen stark geschlängelten Verlauf, anastomosiren da und dort und erzeugen ein weitmaschiges Kapillarnetz, aus welchem Venen entspringen, die theils in die, die *Sclera* durchbohrenden *Venae vorticosae* einmünden, theils in ein an der Aussenfläche der Haut liegendes, weitmaschiges Venennetz übergehen, das als Abzugskanäle die vorderen Ciliarvenen und kleine hintere Ciliarvenen hat, welche letzteren jedoch kein Blut aus der *Chorioidea* aufnehmen. — Nerven beschrieb zuerst *Bochdalek* (auch *Rahm* beim Kaninchen) in der harten Haut, sie gehen, wie *Helfreich* (Würzburg 1870) und *Königstein* (in Arch. f. Ophthalm. 17. Bd.) genauer darlegten, von den Ciliarnerven ab. *L. Bach* (in Arch. f. Augenh. 33. Bd.) fand ziemlich reiche feine Nervengeflechte mit der *Golgi*-Methode. In neuerer Zeit hat *Smirnow* (in Anat. Anz. 18. Bd., S. 76) ausser an den Gefässen, auch im fibrösen Gewebe der harten Haut Nervenendbäumchen nachgewiesen.

Die Hornhaut, *Cornea* (Fig. 1344, *C*), ist vollkommen durchsichtig, noch derber und schwerer zu zerreissen als die *Sclerotica*, und besteht aus fünf besonderen Lagen, nämlich 1. aus dem Hornhautepithel, 2. der vorderen Basalmembran (*Lamina elastica anterior*, *Bowman*), 3. der eigentlichen Hornhaut (*Substantia propria corneae*), 4. der hinteren Basalmembran oder *Descemet*'schen Haut (*Lamina elastica posterior*) und

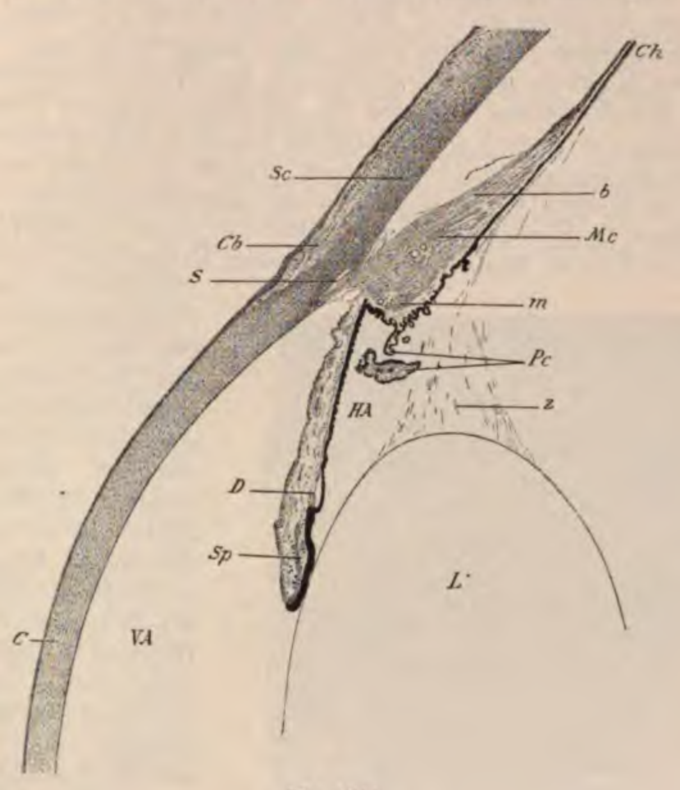


Fig. 1344.

5. dem Hornhautendothel (*Endothelium camerae anterioris*). Vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte kann man an der Hornhaut drei Hauptschichten unterscheiden: I. den Bindehauttheil (*Pars conjunctivalis c.*), welcher ursprünglich eine Fortsetzung der Haut darstellt, am Hornhautrande eine Bindegewebsschicht mit Gefässen als Fortsetzung der Bindehaut des Augapfels besitzt, im grössten Theile der Hornhaut jedoch durch die vordere Basalmembran und das Epithel vertreten ist, II. den Scleraltheil (*Pars scleralis c.*), welcher

Fig. 1344. Meridionaler Durchschnitt durch den vorderen Theil des Augapfels. *Müller*'s Fl. Hämat. Eosin. Vergr. 10. *C Cornea*; *Cb Conjunctiva bulbi*; *Ch Chorioidea* (von der *Sclera* abgehoben); *D Dilator*; *HA* hintere Augenkammer; *L* Linse (nur Umriss); *Mc Musc. ciliaris*; *Pc Processus ciliaris* schräg abgeschnitten; *S Sinus venosus sclerae*; *Sc Sclera*; *Sp Sphincter pupillae*; *VA* vordere Augenkammer; *b Brücke*'scher, *m Müller*scher Theil des *Musc. ciliaris*; *z* Zonulafasern, schräg durchschnitten.

eine Fortsetzung der harten Augenhaut ist und aus der eigentlichen Hornhaut besteht, III. den Chorioidaltheil (*Pars chorioidalis c.*), welcher im Zusammenhange mit der mittleren Augenhaut sich entwickelt und die hintere Basalmembran mit dem Endothel umfasst.

Die eigentliche Hornhaut (Fig. 1345, *S*), bei weitem der mächtigste Theil der ganzen Haut, besteht aus einer dem Bindegewebe sehr nahe stehenden Fasersubstanz, die jedoch nach *J. Müller* beim Kochen kein Glutin, sondern Chondrin giebt, welches Chondrin jedoch einige Besonderheiten zeigt. Wie das Chondrin aus Knorpeln, nach *Morochowetz* und *Mörner* kein einheitlicher chemischer Körper, sondern ein Glutin ist, dem andere chemische Verbindungen beigemischt sind, so ist auch das Chondrin der *Cornea* nach den Untersuchungen *Mörner*'s ein Gemenge von Glutin, einem Mucoide und Spuren von Eiweiss.

Wie im fibrösen Gewebe ist auch in der eigentlichen Hornhaut das letzte Primitivelement die leimgebende Fibrille, welche hier zuerst von *Rollett* (Sitzb. d. k. Akad. in Wien 33. Bd.) mit übermangansaurem Kalium, von *Schweigger-Seidel* mit zehnprozentiger Kochsalzlösung isolirt wurde. Die Fibrillen lassen sich auch durch Zerzupfen von Hornhautstückchen mit Nadeln darstellen. Sie setzen sich am Hornhautrande direkt in die Fibrillen der *Sclera* fort und zeigen alle wesentlichen Eigenschaften der Bindegewebsfibrillen. In Wasser quillt die eigentliche Hornhaut im Gegensatze zu Sehnengewebe stark auf, doch muss diese Quellungsfähigkeit wohl vorzüglich auf die Substanz, welche zwischen den Fibrillen liegt und deren besondere Beschaffenheit auch die Durchsichtigkeit der Hornhaut bewirkt, bezogen werden. Das Hornhautgewebe ist sehr dicht und sichtbare Lücken, abgesehen von denen, die durch die Hornhautzellen ganz erfüllt sind, finden sich in demselben nicht. Die Substanz zwischen den Fibrillen ist jedenfalls von sehr weicher, vielleicht flüssiger Beschaffenheit und es kann deshalb Bedenken erregen, sie als Kittsubstanz zu bezeichnen. Die Fibrillen der Hornhaut bilden zunächst Bündelchen von 5—9 μ Durchmesser, welche zu platten, der Oberfläche der Hornhaut parallel gelagerten

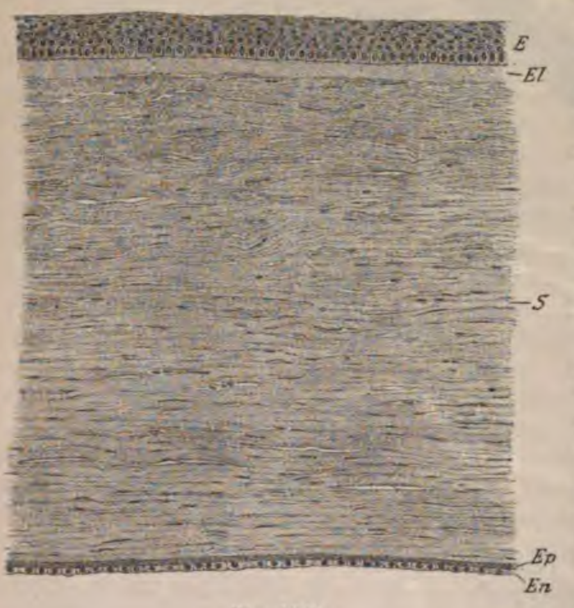


Fig. 1345.

Fig. 1345. Senkrechter Durchschnitt durch den mittleren Theil der *Cornea*. *Zenker*'s Flüss. Vergr. 135. *E* Vorderes Epithel; *El Elastica anterior*; *S Substantia propria* mit Fasern, Spalten und Kernen der Corneazellen; *Ep Elastica posterior*; *En* Endothel.

Bändern von 90—260 μ Breite (*His*) zusammentreten, die in aufeinander folgenden Lagen oft nahezu senkrecht zu einander verlaufen, doch so, dass im Ganzen die Richtungen aller Meridiane ziemlich gleichmässig vertreten sind. Die aufeinander folgenden Lamellen oder Schichten hängen überall durch Faseraustausch fest zusammen und ist eine Trennung derselben auf grössere Strecken nur gewaltsam möglich. Ob neben den leimgebenden Fibrillen in der Hornhaut auch elastische Fasern vorkommen, ist strittig. Während *Tartuferi* (in Anat. Anz. 5. Bd., S. 524) sie in der ganzen *Cornea* findet und *Kiribuchi* (in Arch. f. Augenheilk. 38. Bd., S. 177) wenigstens an der Peripherie der Hornhaut, wie schon in älterer Zeit *Henle* und *Waldeyer*, konnten *Sattler* und *Stutzer* dieselben nicht darstellen.

Die zuerst von *Toynbee* (1841) und später noch bestimmter von *R. Virchow* nachgewiesenen Hornhautzellen (Bindegewebskörperchen *Virchow's*, Hornhautkörperchen) werden gegenwärtig gewöhnlich als fixe Hornhautzellen von den da und dort in der Hornhaut sich findenden Wanderzellen (Leukocyten) unterschieden. Die fixen Hornhautzellen sind durch die Lamellen der Hornhaut plattgedrückt, an der überlebenden Hornhaut unsichtbar, treten aber beim Absterben derselben allmählich hervor. Sie besitzen ein feinkörniges Protoplasma und Kerne mit mehrfachen Kernkörperchen. Die Kerne sind bei Neugeborenen platt, ellipsoidisch, bei älteren Individuen mannigfaltig gestaltet und eingebuchtet (*E. Ballowitz*, in Arch. f. Ophthalm. 49. Bd.). Neben den Kernen, doch keineswegs immer in den Buchten derselben, befinden sich Centralkörperchen in Gestalt von Diplosomen, ohne deutliche Sphäre. Durch zahlreiche Ausläufer, von denen ein Theil die Lamellen senkrecht durchsetzt, die grösste Anzahl aber zwischen denselben verläuft, hängen die Hornhautzellen unter einander zusammen und bilden bei manchen Geschöpfen sehr regelmässige Gitterwerke (Fig. 1346, 1348). Nicht selten gehen die Fortsätze in zwei unter rechten Winkeln sich kreuzenden Richtungen ab. Aehnlich wie dies *Ranvier* für das fibröse Gewebe von Fascien

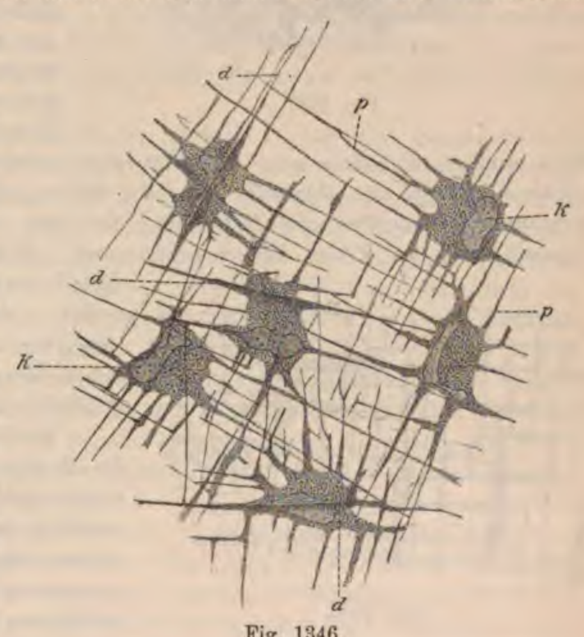


Fig. 1346.

Fig. 1346. Hornhautzellen des Frosches in der Fläche der Cornealamellen, mit Goldchlorid gefärbt. Vergr. 325. *K* Zellkerne; *d* Druckleisten von Spalten der Nachbarlamellen bedingt; *p* orthoklone Protoplasmafortsätze fast rechtwinklig sich kreuzend, theilweise anastomosirend.

nachwies, hängt auch in der *Cornea* die Form der Zellen von dem Verlaufe der Faserbündel ab, zwischen welchen sie liegen. Hornhautzellen, welche zwischen Lamellen, deren Faserbündel sich rechtwinkelig kreuzen, ihre Lage haben, zeigen Zellfortsätze in eben solcher Anordnung (orthoklone Zellen, *E. Fuchs*) Fig. 1346). Kreuzen sich die Fasern in schrägen oder wechselnden Richtungen, so erscheinen die Verästlungen der Zellen baumartig (dendroklone Zellen, *E. Fuchs*). Ausserdem zeigen auch die Zellkörper selbst da und dort Druckleisten (*Ranvier*), welche in die Spalten zwischen den angrenzenden Faserbündeln hineinragen (Fig. 1346, *d*). Diese auffällige Abhängigkeit der Formen der Zellen und ihrer Ausläufer von der Anordnung der Elemente der Grundsubstanz, in der sie liegen, spricht dafür, dass die lebenden Zellen den Faserbündeln überall dicht anliegen und dass keine mit Flüssigkeit erfüllten Spalträume (Saftkanäle) existiren, welche nur theilweise von den Zellen erfüllt wären. An gehärteten Präparaten schrumpfen die Zellen und erst dann treten zwischen den Faserbündeln und den Zellen Zwischenräume auf. Nicht bei allen Thieren, auch nicht beim Menschen, zeigen die Corneazellen so reich verzweigte, dünne Fortsätze, wie beim Frosche. Die menschlichen Hornhautzellen besitzen relativ spärliche, breite, membranöse Fortsätze.

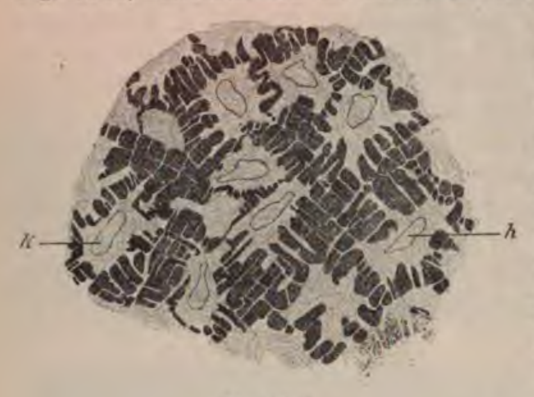


Fig. 1347.


Fig. 1348.

Es ist wohl unzweifelhaft, dass die Ernährungsflüssigkeit, mit welcher die *Cornea* beständig in reichlicher Menge getränkt ist, und welche bei grossen Augen von Thieren selbst durch das Auspressen der *Cornea* unmittelbar sich nachweisen lässt, einem guten Theile nach, durch den Stoffwechsel in den genannten Zellen weiter geleitet und verbreitet wird, eine Ansicht, in der man nur bestärkt werden kann, wenn man weiss, dass diese Zellen bei Erkrankungen der *Cornea* äusserst häufig Fetttröpfchen, ausnahmsweise nach *Donders* selbst Pigment in ihrem Innern enthalten. — Die von *Bowman* im Ochsen- und

Fig. 1347. Hornhautzellen des Frosches in der Fläche der Cornealamellen. Vergr. 325. Die Grundsubstanz mit Ferrisulfat und Ferridcyankalium gefärbt, die Zellen mit ihren orthoklonen Ausläufern hell auf dunklem Grunde, sogenannte Saftkanälchen darstellend. *K* Zellkerne durch Karmin nachträglich schwach gefärbt.

Fig. 1348. Netzwerk der Hornhautzellen des Kaninchens. Holzessigpräparat. Vergr. 350. Nach *His*, in Icon. physiol. II. Aufl.

Menschenauge eingespritzten Cornealröhrchen (*corneal tubes*) sind mit diesem Zellennetze nicht zu verwechseln, und als künstliche Erweiterungen der zwischen den Fibrillen und Fibrillenbündeln der *Cornea* regelrecht vorkommenden kleinen Zwischenräume (siehe oben) zu deuten.

Das Epithel der Hornhaut (Fig. 1345, *E*), eine Fortsetzung des Bindehautepithels des Augapfels, ist 50—100 μ (50 μ *Bowman*, 30 μ *Henle*, 45—81 μ *Schwalbe*) dick, am dünnsten über dem Hornhautscheitel und mehrfach (5—8 Lagen) geschichtet. Es ist ein typisches geschichtetes Pflasterepithel, das einer papillenlosen, glatten, in ihrer Ausdehnung und Krümmung unveränderlichen Fläche aufsitzt und daher für die Untersuchung der mannigfaltigen Zellformen eines solchen Epithels relativ einfache Verhältnisse bietet. Die Zellformen desselben wurden von *G. Lott* (in *Rollett*, Untersuch. aus dem Institut f. Physiol. u. Histol. in Graz 1873) eingehender untersucht. Die tiefsten Zellen sind rundlich oder keulenförmig, die mittleren Lagen bestehen aus Flügelzellen mit deutlichen Stacheln (Intercellularbrücken) und die oberflächlichste 8—22 μ dicke Lage aus 22—30 μ grossen, jedoch noch kernhaltigen weichen Plättchen. Wie in der Oberhaut finden sich auch im Corneaepithel *Langerhans*'sche Zellen (siehe § 46, S. 171), welche hier zuerst von *Ribbert* (1878) bemerkt wurden.

Unter dem Epithel, das im Tode, auch in Wasser und Essigsäure sehr bald sich trübt, befindet sich eine von *Reichert* zuerst erwähnte gleichartige Lage, die vordere Basalmembran von 6,7—9 μ Dicke, welche auf senkrechten Schnitten und an Falten von dünnen Flächenschnitten nach Zusatz von Alkalien besonders deutlich hervortritt, jedoch bei Weitem nicht so scharf gegen die eigentliche Hornhaut sich absetzt, wie die *Descemet*'sche Haut und auch nicht dieselbe Bedeutung hat wie diese. Während letztere eine selbständige, isolirbare Haut darstellt, verhält sich die vordere Basalmembran ähnlich wie die subepitheliale Grenzschicht der Haut oder der Respirationsschleimhaut. Von ziemlich gleichmässiger Dicke über der Wölbung der Hornhaut, verdünnt sie sich rasch am Rande und verliert sich hier gänzlich, ohne auf die Bindehaut der *Sclera* sich fortzusetzen. Sie hängt mit der eigentlichen Hornhaut innig zusammen und lässt sich von derselben nur künstlich trennen. Sie besteht aus einer in ihrer Hauptmasse ziemlich homogenen Substanz, in welche jedoch noch Fibrillenzüge aus der eigentlichen Hornhaut einstrahlen (*Rollett*), die jedoch in den äussersten Hornhautschichten nicht mehr vorwiegend parallel der Oberfläche geordnet sind, sondern in bogenförmigen Zügen (*Fibrae arcuatae*) zur Oberfläche abbiegen und in der homogenen Grundmasse der vorderen Basalmembran als zerstreute Fibrillen sich verlieren. Den Namen *Lamina elastica anterior* (*Bowman*) verdient die vordere Basalmembran insofern nicht, als sie, wie ihre leichte Löslichkeit durch Kochen (*His*) und ihre eben geschilderte Struktur ergiebt, nicht aus elastischer Substanz besteht.

Die hintere Basalmembran (*Lamina elastica posterior*), *Descemet*sche oder *Demours*'sche Membran (Fig. 1345, *Ep*), besteht aus einer dem Corneagewebe ziemlich locker anhaftenden Haut, deren innere Fläche von dem Endothel der vorderen Augenkammer bedeckt wird. Sie ist wasserhell, wie Glas, und glänzend, frisch vollkommen gleichartig, leicht zerreissbar, aber doch ziemlich fest und so elastisch, dass, wenn sie durch Messer und Pincette, oder Kochen

in Wasser, oder Behandlung mit Alkalien, wobei sie wie in Reagentien überhaupt ihre Durchsichtigkeit nicht einbüsst, von der *Cornea* getrennt wird, ohne Ausnahme kräftig, und zwar nach vorn, sich einrollt (*Bowman*; bei *Henle* ist das Gegentheil angegeben). Durch Kochen lässt sich ein Zerfall in feine Lamellen wahrnehmen und mit 10 proz. Kochsalzlösung konnte *Schweigger-Seidel* eine fibrilläre Streifung erkennen. Gegen die Ränder der *Cornea* geht die *Descemet*'sche Haut, deren Dicke 13—20 μ beträgt (nach *H. Müller* bei Erwachsenen von 20—30 Jahren 6—8 μ in der Mitte, 10—12 μ am Rande; bei alten Leuten 15—20 μ) und die in chemischer Beziehung ganz an die Linsenkapsel sich anschliesst (siehe unten), in ein eigenthümliches Geflecht von Fasern über, das von *Reichert* zuerst wahrgenommen und von *Bowman* ausführlicher beschrieben wurde. Dasselbe beginnt in geringer Entfernung vom Hornhautrande an der vorderen Fläche der *Descemet*'schen Haut (Fig. 1349, *Ep*), als ein langgestrecktes Netzwerk feiner Fäserchen, wie feiner elastischer Fibrillen, wird dann allmählich stärker, bis am Hornhautrande selbst die *Descemet*'sche Haut in ihrer ganzen Dicke in ein Netz stärkerer Fasern, Blätter und Balken aufgelöst ist, welche zum Theil im ganzen Umfange der vorderen Augenkammer mit vielen, frei durch dieselben hindurchtretenden Fortsätzen, als *Lig. iridis pectinatum*, *Huek*, auf den vorderen Rand der Iris sich umschlagen und mit den vorderen Theilen dieser Haut verschmelzen, zum Theil in den *Musculus ciliaris* übergehen, zum Theil endlich in der inneren Wand des *Schlemm*'schen Kanales sich verlieren, welcher nur an seiner äusseren und hinteren Seite vom fibrösen Gewebe der *Sclera* begrenzt wird (siehe unten bei der *Uvea*). Mithin endet die *Descemet*'sche Haut nicht mit einem scharfen Rande, vielmehr geht dieselbe, so scheint es, wie es *Reichert* zuerst angab, ganz und gar in ein eigenthümliches Fasergewebe über. Das, was *Huek* als *Ligamentum pectinatum* bezeichnete, bezieht sich eigentlich auf das für das freie Auge sichtbare Bild, wenn man einen Sektor der *Cornea* und der Iris im Zusammenhange ausschneidet und nun den Irissektor so umlegt, dass der Iriswinkel sammt der hinteren Fläche der *Cornea* und der Vorderfläche der Iris gleichzeitig gesehen wird. Man bemerkt dann, namentlich bei Hufthieren, weniger deutlich beim Menschen, feine Fältchen, welche von der Vorderfläche der Iris zur Hinterfläche der *Cornea* herüberziehen (Irisfortsätze, *Iwanoff* und *Rollett*) und wie die Zähne eines Kammes im Iriswinkel neben einander liegen. Gegenwärtig beschränkt man die Bezeichnung *Ligamentum pectinatum* nicht mehr auf die Irisfortsätze, sondern begreift unter derselben das ganze Balkengewebe, welches im Iriswinkel zwischen dem Ciliarmuskel und der vorderen Augenkammer gelegen ist. Die Lücken zwischen diesem Balkengewebe hängen mit der vorderen Augenkammer zusammen. Beim Menschen ist das Balkengewebe des *Ligam. pectinatum* nur wenig entwickelt. Dagegen zieht sich dasselbe bei Hufthieren als ein weitmaschiges Schwammgewebe an der Innenseite des Ciliarmuskels tief hinein und die Gesammtheit der Lücken des Schwammgewebes, welche wie ein ringförmiger Raum, der von zahlreichen Bälkchen durchsetzt ist, den Iriswinkel umgiebt, wird als *Fontana*'scher Raum bezeichnet. Ueber die Natur der Fasern des *Lig. pectinatum* sind die Ansichten sehr getheilt. Während nämlich *Reichert* dieselben zum Bindegewebe zählt und *Brücke* sie als eigenthümlich bezeichnet, erklärten *Luschka* dieselben für den von ihm sogenannten serösen Fasern

(i. e. elastischem Gewebe) angehörig, *Bowman* (Lectures p. 21) und *Henle* (Jahresber. 1852, S. 20) für zum Theil elastische, zum Theil bindegewebige, und *Koelliker* für eine Zwischenform zwischen diesen beiden Geweben. — Die

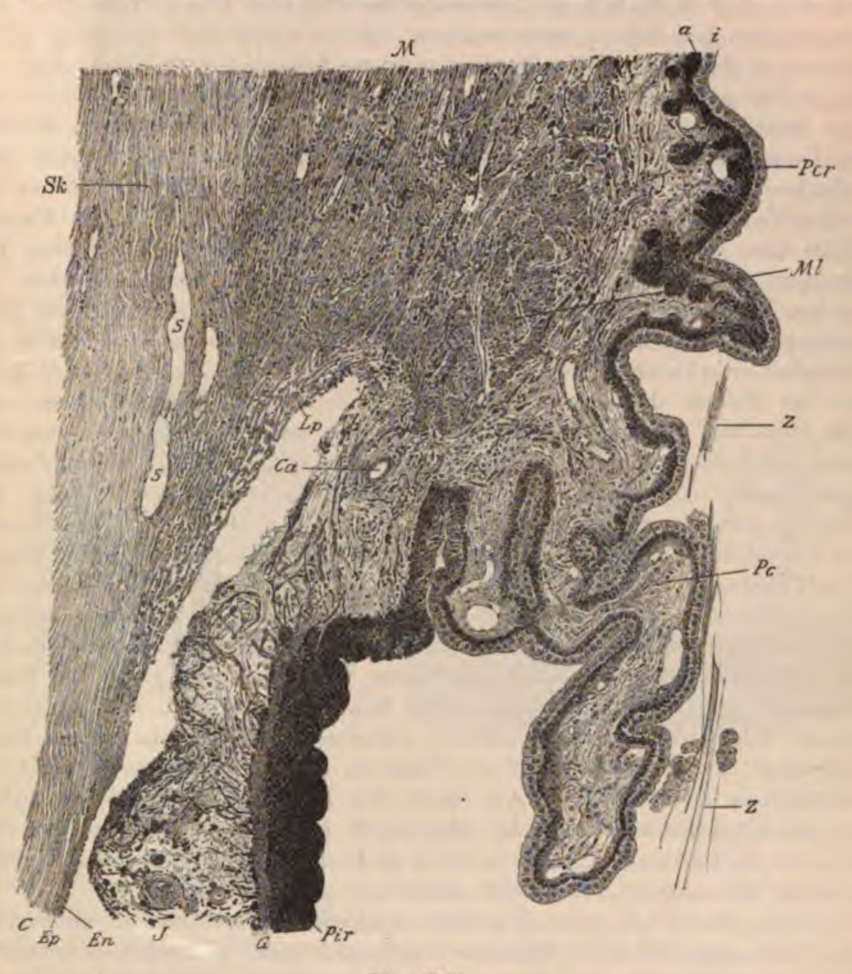


Fig. 1349.

Wahrheit ist die, dass diese Fasern da, wo sie an der *Membrana Descemeti* beginnen und in ihren Fortsetzungen zur Wand des *Schlemm*'schen Kanales und zum Ciliarmuskel durch ihre dunkleren Umrisse, mässige Stärke und gleich-

Fig. 1349. Meridionalschnitt durch den Iriswinkel eines enucleirten Auges. *Zenker*'s Flüss. Vergr. 90. *C* Innerste Schichten der eigentlichen Hornhaut; *Ca Circulus arteriosus iridis major*; *En* Endothel; *Ep Membrana elastica posterior*; *G* hintere Grenzschicht (*Dilatator*); *J* Irisstroma; *Lp Ligamentum pectinatum iridis* im Iriswinkel; *M Musculus ciliaris*; *Ml Müller*'scher Antheil desselben; *Pc Processus ciliaris*; *Pcr Pars ciliaris*; *Pir Pars iridica retinae*; *S Schlemm*'scher Kanal; *Sk* innere Schicht der *Sclera*; *Z* Fasern der *Zonula Zinnii*; *a* äusseres pigmentirtes, *i* inneres Blatt der *Pars ciliaris retinae*.

artiges Ansehen mehr an elastische Fasern sich anschliessen, während die auf die Iris sich fortsetzenden Theile durch ihre Breite (von 9—27 μ), Blässe und ein häufig sehr deutlich ausgeprägtes streifiges Ansehen so sehr an Bindegewebe erinnern, dass *Koelliker* dieselben früher (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 54) zum netzförmigen Bindegewebe rechnete. *Koelliker* hält jedoch in allen früheren Auflagen dieses Handbuches, trotz der Behauptung *Henle*'s, dass das *Lig. iridis pectinatum* wirklich Bindegewebe sei, daran fest, dass diese Fasern beim Menschen durch ihre Starrheit, ihr Verhalten gegen Alkalien und Säuren, ihre Unlöslichkeit auch bei langem Kochen in Wasser vom Bindegewebe sich entfernen und ganz an die Elemente der *Zonula ciliaris* sich anschliessen. In neuerer Zeit konnte *Stutzer* mittelst moderner Färbungen elastische Fasern, welche theils meridional, theils cirkulär verlaufen, nachweisen. Nach seinen Erfahrungen über Umwandlungen von Netzen von Bindegewebskörperchen in kernlose Fasernetze möchte *Koelliker* glauben, dass auch die fraglichen Elemente nichts anderes als solche Bildungen sind, und dass an ihrer Stelle ursprünglich ein wirkliches Zellennetz sich findet. — Uebrigens bemerkt *Koelliker*, dass bei Thieren diese Fasern zum Theil andere Eigenschaften besitzen, als beim Menschen. So findet er beim Kaninchen an ihrer Stelle starke Bindegewebsbündel mit Bindegewebskörperchen, die spitz an der *Descemet*'schen Haut wurzeln und verbreitert im äusseren Theile der Iris sich verlieren, bei Vögeln dagegen ganz entschiedenes elastisches Gewebe. Beim Rinde und Schweine fanden später *Ciaccio* und *Macdonald* und beim Pferde *Dostoiewsky*, dass nicht Auffaserungen der *Descemet*'schen Haut das *Lig. pectinatum* bilden, sondern dass die Bälkchen desselben von Fortsetzungen der ersteren eine Strecke weit umscheidet werden; ein Verhältniss, das im Zusammenhalte mit den von *Koelliker* schon beim Kaninchen gemachten Beobachtungen dafür spricht, dass auch beim Menschen der direkte Uebergang der beiderlei Bildungen ineinander nur ein scheinbarer ist. Dies ist um so wahrscheinlicher, als die *Descemet*'sche Haut als eine Cuticularbildung des Hornhautendothels anzusehen ist. Am Rande der *Descemet*'schen Haut finden sich an der Innenseite nach *H. Müller*'s Entdeckung warzenförmige niedere Erhebungen, die im Alter und in pathologischen Fällen grösser und über eine grössere Fläche sich erstreckend gefunden werden.

Das Endothel der Hornhaut (*Endothelium camerae anterioris*) (Fig. 1345, *En*), das beim Menschen häufig nicht mehr gut erhalten gefunden wird, ist eine einfache, 4,5—6,7 μ dicke Lage schöner, vieleckiger, 19—22 μ grosser Zellen, mit äusserst fein- und blasskörnigem Inhalte und runden Kernen von 6—11 μ. Gegen den Rand der Hornhaut wird dasselbe in seinen Zellen kleiner und endet dann als zusammenhängende Lage. Dagegen setzen sich vereinzelte Züge meist verlängerter und spindelförmiger Epithelzellen über die Fasernetze des *Lig. pectinatum* und, die Elemente desselben umschliessend, auf den Rand der Iris fort und gehen in das Endothel der Iris über. Die Zellen des Corneaendothels stehen durch Intercellularbrücken unter einander in Verbindung. Die Intercellularräume zeigen sich bisweilen stark erweitert und gleichzeitig die Intercellularbrücken entsprechend verlängert, wodurch die Zellen sternförmig erscheinen können. Ob diese Formveränderung die Folge einer aktiven Kontraktion der Zellen ist, muss dahingestellt bleiben. Bei Vögeln besitzt das

Protoplasma eine deutlich faserige Struktur und die Faserbündel gehen in die Nachbarzellen über (*Smirnoff* 1889, *Nuel* und *Cornil* 1890). Die der vorderen Augenkammer zugewendete Zellfläche erscheint von einer dichteren mehr homogenen, wie eine feine Cuticula erscheinenden Lage bedeckt. Den feineren Bau des Corneaendothels hat in neuerer Zeit besonders *E. Ballowitz* (in Arch. f. mikr. Anat. 56. Bd.) an Säugethieren eingehend studirt und in den Zellen eine grosse Sphäre mit Centralkörperchen und eigenartiger Faserkorbstruktur, Centrophormien (in Anat. Anz. 18. Bd. S. 177) nachgewiesen und ausserdem fadenartige Krystalloide im Zellplasma bei der Katze. Die Zellen zeigen nur während der Embryonalperiode und kurze Zeit nach der Geburt Mitosen; später erfolgt entsprechend der beim Wachsthum erfolgenden Flächenausdehnung der *Cornea* nur mehr eine beträchtliche Vergrösserung der Zellen und ihrer Kerne. Letztere erfahren dann unter Verschiebung der Sphäre eine Umwandlung in hufeisenförmige oder S-förmige Gebilde. Doch scheint dies nur bei Thieren (Fig. 1350) vorzukommen; wenigstens sind bei erwachsenen Menschen,

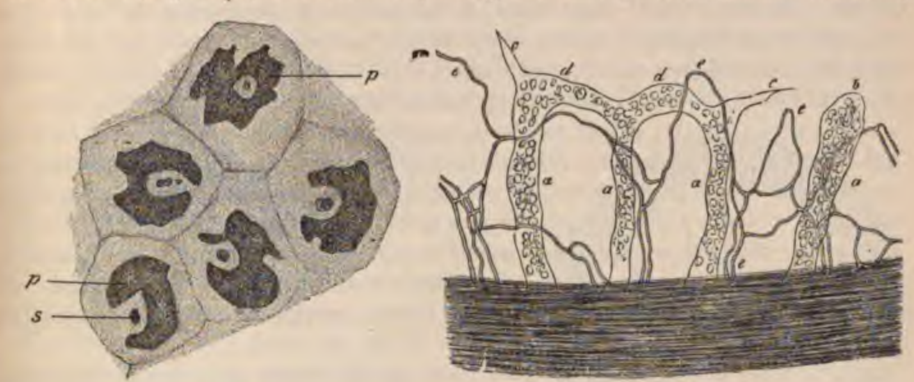


Fig. 1350. Fig. 1351.

auch an anscheinend gut fixirten Präparaten, die Kerne fast überall von rundlicher oder ellipsoidischer Form. Dort wo die *Descemet*'sche Haut mit warzenförmigen Erhebungen bedeckt ist, findet man über der Konvexität der Warzen keine Zellkerne; sie sind entsprechend dichter gedrängt in den Vertiefungen zwischen den Warzen. Von wesentlicher Bedeutung ist das Corneaendothel für den Flüssigkeitswechsel im Auge. Es kann durch dasselbe zwar wohl eine Diffusion aus der vorderen Augenkammer stattfinden, dasselbe setzt jedoch, wie *Leber* zeigte, der Filtration einen unüberwindlichen Widerstand entgegen.

Die Hornhaut ist beim Erwachsenen fast ganz gefässlos, dagegen findet sich, wie *J. Müller* und *Henle* (de membr. pupill. p. 44) zuerst beobachteten, bei menschlichen und Schafembryonen an der Vorderfläche der Hornhaut ein

Fig. 1350. Endothel der *Cornea* von einer 17 mm langen Unke (*Bombinator*). Pikrinsublimat, Flachschnitt. Hämatox. Eosin. Vergr. 700. *p* Polymorphe meist hufeisenförmige Kerne; *s* Sphäre.

Fig. 1351. Kapillaren und Lymphgefässe (?) am Hornhautrande einer jungen Katze. *aa* Stämme der farblosen Gefässe; *b* blindes, kolbiges Ende eines solchen; *c* spitze Ausläufer; *d* Schlingen derselben; *e* Blutkapillaren. Vergr. 250.

reichliches Gefässnetz, welches jedoch nicht bis in die Mitte derselben sich zu erstrecken scheint. Gegen das Ende des Fötallebens und nach der Geburt bildet sich dieses Netz, bei Thieren weniger, beim Menschen mehr, zurück, so dass man bei letzterem nur noch am Hornhautrande, in einem Saume von 1 mm, höchstens 2 mm Breite, Blutgefässe trifft. Dieselben sind meist feine und feinste Kapillaren von 4,5 – 9 μ, welche eine oder mehrere Reihen von Bögen bilden und so enden, und liegen in der Bindehaut, die hier als eine nachweisbare Schicht, dem sogenannten *Annulus conjunctivae*, noch etwas auf die Hornhaut sich erstreckt, um dann in die *Lamina elastica anterior* derselben auszulaufen. Bei Thieren finden sich diese oberflächlichen oder Bindehautgefässe ebenfalls, jedoch meist viel hübscher und weiter nach innen, manchmal bis zur Hälfte des Halbmessers und weiter sich erstreckend, ausserdem kommen aber auch noch in der Substanz der *Cornea* selbst tiefere, aus der *Sclerotica* stammende Kapillaren vor, die meist die Nervenstämme begleiten, und entweder in ihnen selbst eine einzige oder einige wenige sehr langgestreckte Schlingen bilden, oder auch noch etwas über dieselben hinaus sich verbreiten und ohne Ausnahme mit Schlingen enden, deren feinste Gefässchen hier wie bei den oberflächlichen Kapillaren kaum mehr als 4,5 μ messen. Beim Menschen sah *Koelliker* diese die Nervenstämme begleitenden eigentlichen Hornhautgefässe ebenfalls, jedoch nicht so regelmässig und nie so entwickelt. Es sind daher *Leber*'s Angaben, der tiefe Hornhautgefässe leugnet, in dieser Beziehung zu berichtigen. Nach diesem Forscher stammen die oberflächlichen Hornhautgefässe von den vorderen Ciliararterien, welche auch noch einen Theil der *Conjunctiva scleroticae* überziehen und mit *Van Woerden* die vorderen Bindehautgefässe heissen können. Doch ist zu bemerken, dass diese Gefässe auch mit den hinteren Blutgefässen aus der *Arteriae palpebrales* zusammenhängen (*Leber*, Tab. III).

Von Lymphgefässen im Innern der Hornhaut ist nichts Zuverlässiges bekannt (vergl. auch *Arnold*, Anat. II, S. 988), doch hat *Koelliker* seiner Zeit in der Hornhaut einer jungen Katze Gefässe gesehen (siehe **Fig. 1351**), welche er kaum für etwas Anderes als für Lymphgefässe halten kann. Am Hornhautrande befanden sich hier neben den sehr deutlichen und Blutkörperchen enthaltenden Kapillarschlingen blasse, viel weitere Gefässe (von 22 – 45 μ, selbst 68 μ), welche entweder einzeln ebenso weit wie die Blutgefässe in die *Cornea* sich hineinerstreckten und kolbig angeschwollen oder spitz auslaufend endeten, oder zu zweien, dreien und mehr einfache Schlingen bildeten, von welchen häufig ebenfalls noch blinde Fortsätze ausgingen. Trotz ihrer Weite besassen diese Gefässe eine zarte gleichartige Haut mit einzelnen, anliegenden Kernen, und im Innern führten dieselben einen hellen Saft, in dem häufig einzelne, hie und da selbst sehr viele helle runde Zellen, ganz wie Lymphkörperchen, zu sehen waren. — Hätte *Koelliker* diese Gefässe auch bei anderen Thieren gefunden, so würde er sie unbedingt für die Anfänge der Lymphgefässe der *Conjunctiva* erklären, so aber scheint es ihm vorläufig gerathener, diese Deutung wohl als wahrscheinlich, aber nicht als gewiss hinzustellen. Er hat nämlich, obschon bei der einen Katze die genannten Gefässe in beiden Hornhäuten sehr deutlich waren, so dass er sie vielen Kollegen, namentlich *Virchow* und *H. Müller*, zeigen konnte, doch später nur noch in Einem Falle bei einer Katze

dieselben wiedergesehen, obschon er eine grössere Zahl von Augen an alten und neugeborenen Katzen, von Hunden, Ochsen, Schafen, Schweinen und Kaninchen auf diese Theile untersuchte. Auch *His* (S. 71) hat nur in Einem Falle ähnliche Gefässe in einem Kalbsauge gefunden, die mit einer blasskörnigen, in Essigsäure und Kali sich nicht aufhellenden Masse erfüllt waren. Möglicherweise zählen auch die von *Lightbody* bei Ratten gesehenen Bildungen zum Theil hierher (Journ. of Anat. I, p. 33, Pl. II, Fig. 5 u. 6*a*). Dass es sich bei diesen Befunden um Lymphgefässe handelte, wird durch die Injektionen, welche *Teichmann* ausführte, wahrscheinlich, da es diesem gelungen ist, die Lymphgefässnetze der *Conjunctiva* bis an den Rand der *Cornea* zu verfolgen. Von den Saftkanälchen im Allgemeinen war bereits (S. 683) die Rede, es sei speziell über die Hornhaut noch hervorgehoben, dass, wie *R. Gruber* (in Arch. f. Ophthalm. 40. Bd., S. 25) auseinander setzt — selbst in dem Falle, als offene Lymphwege vorhanden wären, ein regelmässiger Filtrationsstrom aus den Randschlingen der Blutgefässe die Mitte der Hornhaut nie erreichen könnte.

Die von *Schlemm* entdeckten Nerven der Hornhaut stammen von den *Nervi ciliares,* dringen am vorderen Umfange der *Sclerotica* (beim Kaninchen nach *Rahm* in der hinteren Hälfte des *Bulbus*) in diese Haut ein, und treten dann, nachdem sie Anastomosen mit den Nerven der Bindehaut eingegangen sind, in die Faserlage der *Cornea.* Hier findet man dieselben am Rande leicht, beim Menschen als 24—36 (nach *Sämisch* 40 bis 45, nach *Schwalbe* etwa 60, nach *A. Dogiel* 60—80) feinere und dickere Stämmchen, die jedoch 15 μ kaum überschreiten. Was diese Nerven auszeichnet, ist einmal der Umstand, dass dieselben nur am Hornhautrande innerhalb eines nicht immer gleichbreiten Saumes von 1—2 mm im Mittel noch dunkelrandige, jedoch feine (von 2,2—4,5 μ) Primitivröhren führen, im weiteren Verlaufe jedoch nur marklose, vollkommen helle und durchsichtige Fasern von 1,1—2,2 μ höchstens enthalten, so dass sie den Weg der Lichtstrahlen auf jeden Fall nicht mehr als die anderen Corneaelemente hemmen, was auch aus der Schwierigkeit ihrer Verfolgung unter dem Mikroskope hervorgeht. Zweitens ist aber auch die Verbreitung dieser Nerven sehr eigenthümlich, indem die Enden derselben in ihrer Mehrzahl, wie *Hoyer* zuerst wahrnahm, aus der Substanz der Hornhaut heraus, in das Epithel derselben eindringen, in welchem die letzten Endigungen zuerst durch *Cohnheim* mit Hilfe des Goldchlorid nachgewiesen wurden.



Fig. 1352.

Nerven der vorderen Hornhautfläche. Es zerfällt diese Nervenverästlung in zwei Elemente, 1. die Ausbreitung in der *Substantia propria corneae* und 2. die Nervenendigungen im vorderen Epithel.

Fig. 1352. Nerven der Hornhaut des Kaninchens in ihren gröberen Verzweigungen. So weit die Stämme noch dunkel gezeichnet sind, haben sie dunkelrandige Primitivröhren.

Die Ausbreitung in der eigentlichen Hornhaut zeigt das Eigenthümliche die sie bildenden Stämmchen alle gegen die vordere Hornhautfläche zus auf diesem Wege zahlreich sich verästeln und mit ihren Aesten und Z ein zusammenhängendes Geflecht bilden (Fig. 1353), dessen feinste Theil unter der *Elastica anterior* ihre Lage haben. Auch dieser oberflächlich *Koelliker* zuerst gesehene (Mikr. Anat. II. 2, S. 622—627) und da *His* und *Sämisch* genauer beschriebene Plexus besteht nach den suchungen von *Hoyer*, *Cohnheim* und *Koelliker*, wie die gröberen Ge aus denen derselbe sich bildet, w weise aus Anastomosen grösser kleinerer Bündel von blassen f Nervenfasern, die an Goldprä zierlich varikös erscheinen. An f Methylenblaupräparaten fand *A. I* ebenfalls reichliche Varikositäten auch Verbindungen einzelner N fasern in diesem Netze sich finde *Koelliker* früher annahm, ist z haft, doch ist es hier ebenso, w anderen feinsten Nervengefl schwer, diese Frage bestimmt z neinen, indem in dem Geflecht ziemlich viele feinste Fäserchen vo men, die untereinander sich verb von denen nicht immer zu zeigen is sie noch kleine Bündelchen dars — Alle gröberen Zweige dieses I zeigen eine kernhaltige Ne scheide und glaubt *Koellike* solche auch in den feinsten Elen desselben annehmen zu dürfen, an den an das Epithel dringenden läufern an Essigsäurepräparaten Scheide bestimmt gesehen. Auss verdient noch Erwähnung, dass die dunkelrandigen Elemente dieser Nervenausbreitung am Rande der Hor hie und da Theilungen darbieten, und dass solche nach *Cohnheim* au den marklosen Nervenfasern angenommen werden müssen, weil die Zahl s Fasern in den feineren Theilen des Plexus die der dunkelrandigen Fas den Stämmen um vieles übertrifft. Wie *A. Dogiel* (in Anat. Anz. 5 S. 483) später nachwies, gehen die markhaltigen Fasern nicht bloss an Enden in marklose, weiter sich theilende Fasern über, sondern es entsp solche auch seitlich von den Schnürringen während des Verlaufes der haltigen Fasern.

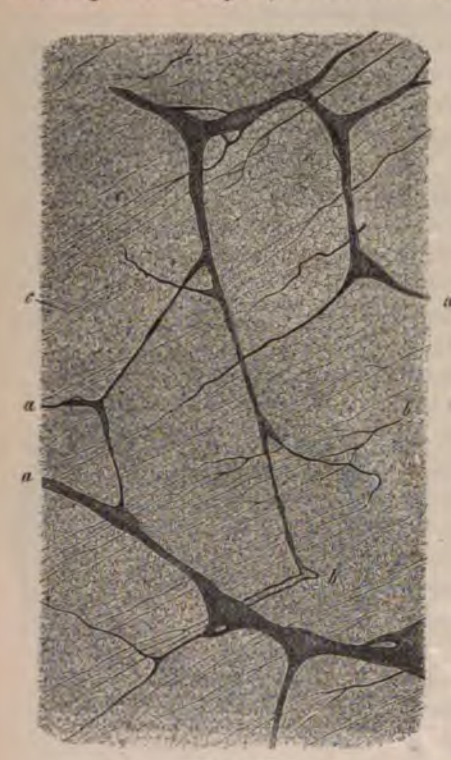


Fig. 1353.

Fig. 1353. Ein Theil der oberflächlichsten Hornhautlagen des Kaninche durchscheinenden tiefsten Epithelzellen. Goldpräparat. Vergr. 250. *a* Plexusb Nervenzweige; *b Rami perforantes*; *c* Subepitheliale Nervenausbreitung.

Von dem oberflächlichen Plexus der Hornhautsubstanz erheben sich nun hie und da einzelne Zweigelchen und ziehen theils senkrecht, theils schief gegen die *Elastica anterior*, die sie unverästelt und geraden Laufes durchbohren. Diese „*Rami perforantes*“ stellen, wie *Hoyer* mit Recht angiebt, beim Kaninchen scheinbar sehr eigenthümliche Bildungen dar, die nach Anwendung sehr verdünnter Essigsäure durch ihre Breite und ihr dunkles Ansehen an markhaltige Nervenröhren erinnern. Und zwar sieht man oft eine feinste blasse Faser des oberflächlichen Plexus, die ein einfacher Achsencylinder zu sein scheint, in eine solche stab-, spindel- oder leicht keulenförmige Anschwellung übergehen, deren Länge 20—90 μ, und deren Breite 2—4 μ beträgt. Nach Anwendung von Goldchlorid ergiebt sich bestimmt, dass diese Anschwellungen wenn nicht alle, doch in der Mehrzahl Bündel von blassen Nervenfäden darstellen. Bündelförmige Auffaserungen von Achsencylindern hat später *Dogiel* beim Menschen bestimmt gesehen.

Nachdem die *Rami perforantes* die *Elastica* durchbohrt haben, bilden sie zunächst, indem sie die Richtung ihres Verlaufes plötzlich ändern, eine horizontal zwischen den tiefsten Epithelzellen und der *Elastica* liegende Ausbreitung, das subepitheliale Endnetz (*Cohnheim*). Beim Kaninchen besteht dasselbe aus sehr zahlreichen, in der Richtung der Radien der Hornhaut verlaufenden parallelen, feinsten, varikösen Fäden (Fig. 1353) ohne Spur von Nervenscheiden und Kernen, die meist in grösseren und kleineren Zügen mit nervenfreien Stellen dazwischen verlaufen, doch so, dass jedes Nervenfäserchen für sich zu verfolgen ist. Diese Fäserchen sind die unmittelbaren Fortsetzungen der durchbohrenden Nervenzweige, die aus der *Elastica* herausgetreten sofort in Büschel einzelner Fäserchen sich auflösen und mit diesen in der Richtung gegen die Mitte der Hornhaut weiter ziehen. Anastomosen finden sich beim Kaninchen an diesen Fäserchen nicht viele und ist der Name Geflecht für diese Nervenausbreitung

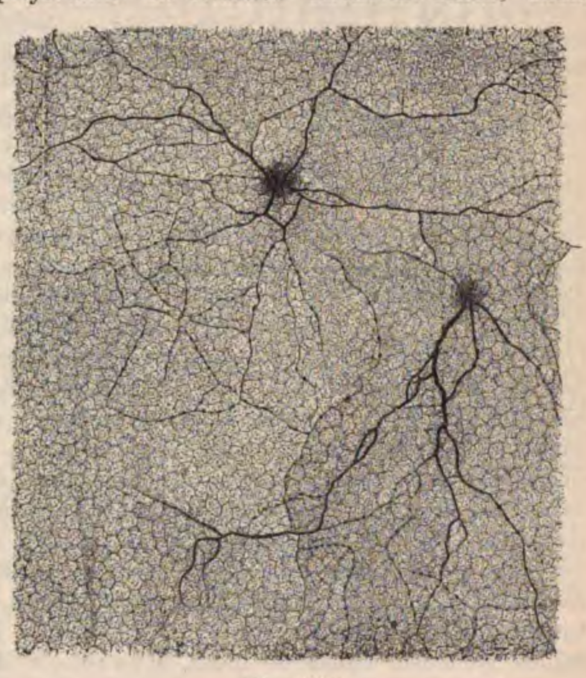


Fig. 1354.

Fig. 1354. Ein Theil des subepithelialen Plexus der Hornhaut des Meerschweinchens. Vergr. 350. Man sieht die Basalflächen der tiefsten Epithelzellen. Die Stellen, wo die Nervenfädchen des Plexus sternförmig zusammenlaufen, bezeichnen die nicht im Focus befindlichen Enden der *Rami perforantes*.

eigentlich wenig passend. Anders verhält sich die Sache beim Meerschweinchen, indem hier die Nervenfäden aufs reichlichste unter einander zu anastomosiren scheinen (Fig. 1354). Auch haben hier die Endbüschel der *Rami perforantes* mehr Sternform, während sie beim Kaninchen mit Pinseln sich vergleichen lassen. — Beim Menschen verhält sich das *Rete subepitheliale* wesentlich wie beim Kaninchen und besteht vorzugsweise aus parallelen Nervenfäserchen, zwischen denen jedoch etwas zahlreichere Anastomosen vorzukommen scheinen.

Von dem subepithelialen Netze erheben sich nun, wie *Cohnheim* zeigte, als Endausläufer und Seitenäste seiner Fäserchen in grosser Zahl senkrecht im Epithel aufsteigende Fädchen, welche, nachdem sie zwischen den tiefsten senkrecht stehenden Epithelzellen einfach hindurch getreten sind, in sehr wechselnder Weise zwischen den oberflächlichen platten Epithelzellen sich verbreiten (Fig. 1355). Die Regel ist, dass diese Endfasern über den senkrechten Zellen zu wiederholten Malen sich theilen und mit ihren Aesten immer mehr in eine wagerechte Richtung sich umbiegen, um endlich auf grössere oder kleinere Entfernungen zwischen den äussersten Lagen ganz platter Zellen vollkommen horizontal zu verlaufen. Auch an diesen Endfasern kommen noch, obschon wie es scheint, nicht häufig, scheinbare Anastomosen vor und was ihre letzte Endigung betrifft, so läuft jedes Aestchen frei, an Goldpräparaten oft mit einer kleinen Anschwellung aus, in der Art, dass die Enden meist noch von der äussersten Zellenlage gedeckt sind und höchstens hie und da zwischen einzelnen Zellen die Oberfläche des Epithels erreichen. Doch treten sie nicht aus demselben heraus, wie *Cohnheim* angab, der einen Theil dieser Enden frei in der Flüssigkeit, die die *Cornea* benetzt, enthalten sein liess. — Von der Fläche gesehen erscheinen die Endfasern im Epithel als zierliche drei- bis fünfstrahlige Sterne von sehr unregelmässiger Gestalt und mit einer verschiedenen Zahl von Theilungen an ihren Strahlen und was ihre Zahl anlangt, so liegen dieselben so dicht, dass die einzelnen Sterne fast immer mit ihren Enden etwas ineinander eingreifen und keine grösseren nervenfreien Stellen gefunden werden. — Beim Menschen ist es *Koelliker* ebenfalls gelungen die Endfasern in ihrem Aufsteigen zwischen den tieferen Epithelialzellen und in ihrem horizontalen Verlaufe in den oberen Lagen wahrzunehmen; später fand *Dogiel*, dass ausser den intraepithelialen Nervenfäserchen, welche



Fig. 1355.

Fig. 1355. Senkrechter Durchschnitt der vordersten Theile der Hornhaut des Kaninchens nach Behandlung mit Chlorgold. Vergr. 400. *a* Hornhaut mit ihren Bindegewebskörperchen; *b* *Lam. elastica anterior*; *c* Epithel; *d* ein Theil des oberflächlichen Nervenplexus der *Cornea propria*; *e* ein die *Lamina anterior* durchbohrender Ast, der in den subepithelialen Plexus *ff* sich auflöst, welcher an senkrechten Schnitten nur undeutlich zur Anschauung kommt; *g* freie Achsencylinder, die von diesem Plexus aus in das Epithel sich erheben und mit mehr horizontalen Verästlungen *h* zwischen den oberflächlichen Epithelzellen enden.

aus dem subepithelialen Geflechte stammen, auch einzelne dickere Fasern vorkommen, welche direkt von den durchbohrenden Nervenästchen abzweigen und mit grossen Endknöpfchen in den tieferen Schichten des Epithels enden.

Ausser den in das Epithel eintretenden Nerven kommen wenigstens am Rande der Hornhaut, auch im Innern und in den vorderen Lagen dieser Haut, Nervenendigungen vor. *Koelliker* sah beim Kaninchen, obschon selten, von dem Plexus feinste Fädchen abgehen, die weder in das Epithel, noch auch zum Anschlusse an andere Zweige sich verfolgen liessen, sondern frei zu enden schienen. *Dogiel* fand in der menschlichen Hornhaut zwischen den Hornhautlamellen feine Nervengeflechte, welche aus vielfach gewundenen Fäden bestehen und unter einander zusammenhängen. Er konnte 5—6 solcher übereinander liegender Geflechte zählen und vermisste dieselben nur in den hintersten Hornhautschichten. Am Rande der Hornhaut auf eine Strecke von 0,5—1,5 mm vom Limbus liessen sich, vorzüglich knapp unter dem Epithel, knäuelartige, plättchen- und hakenförmige Endorgane, wie in der benachbarten *Conjunctiva bulbi* nachweisen, während solche im mittleren Theile der *Cornea* vollständig fehlen.

Nerven der hinteren Hornhautlagen an der *Lamina elastica posterior*.

Koelliker hat beim Kaninchen auch in diesen Theilen der Hornhaut Nerven gefunden, die früher bei Säugern als gänzlich nervenlos galten. Von den bekannten Stämmchen der Hornhautnerven gehen in der Nähe des Randes der Hornhaut da und dort kleine Zweige rückwärts gegen die konkave Fläche der Membran. Diese lösen sich bald in einzelne feinste variköse Achsencylinder auf, die in horizontalem Verlaufe theils dicht an der *Elastica posterior*, theils in geringer Entfernung von derselben weiter ziehen. Bezeichnend ist für diese Fädchen ihr gerader Verlauf auf kürzere oder längere oft sehr lange Strecken in zwei unter rechten Winkeln sich kreuzenden Richtungen (radial und tangential), dann die häufigen rechtwinkligen Knickungen, so dass ein Fädchen selbst eine Umbiegung von der Gestalt eines Rechteckes oder Viereckes machen kann, endlich da und dort allem Anscheine nach wirkliche Theilungen. Auch netzförmige Anastomosen scheinen hie und da vorzukommen, doch ist eine freie Endigung der Fädchen innerhalb der *Cornea* selbst die gewöhnliche. Im Ganzen ist die Menge der Nerven an der *Elastica posterior* nicht gross, immerhin würden dieselben, wenn sie allgemein sich fänden, als reflektorische Apparate zur Regelung des intraokulären Druckes von Bedeutung sein können.

Die von *Koelliker* seit dem Jahre 1852 vorgetragene Ansicht über den Bau der Faserlage der Hornhaut, welche im Wesentlichen die *Bowman*'s ist, wird in der Hauptsache heute fast allgemein angenommen. *Henle* dagegen liess die Hornhaut aus getrennten Lamellen von unbekannter Flächenausdehnung und 5 μ Dicke bestehen, von welchen er nur zugab, dass dieselben unter Umständen in feine Fasern zerfallen. Diese Lamellen sind nach ihm durch eine Art Kitt aneinander befestigt, der stellenweise fehlt. Hier fänden sich dann spaltförmige Hohlräume mit Ernährungsflüssigkeit und, jedoch nicht beständig, mit je einem Zellenkerne als Inhalt, doch sei nicht ausgemacht, ob der Kern einer die Wand des Hohlraumes auskleidenden Zelle angehöre oder nicht. *Henle* liess die menschliche Hornhaut aus 300 solcher Lamellen bestehen, eine Angabe, die *F. Merkel* (in *Henle*'s Grundriss d. Anat. 4. Aufl. S. 394) noch heute aufrecht erhält. So viele Lamellen kann man an senkrechten Durchschnitten nicht unterscheiden und wenn man als Grenzen derselben die Züge der platten Hornhautzellen und der längs derselben durch Schrumpfung auftretenden Spalten annimmt, wird man kaum mehr als

60 Lamellen zählen, wie schon *Bowman* angiebt. Immer wieder muss aber betont werden, dass scharf gesonderte Lamellen überhaupt nicht vorhanden sind, da die platten Fibrillenbündel der aufeinander folgenden Lagen überall fest zusammenhängen und in ein und derselben Lage wechselnde Richtungen zeigen. Allen, dieser Auffassung nicht Zugeneigten, empfiehlt *Koelliker* (5. Aufl.) die Erwägung der bündigen, schon von *Bowman* gegebenen Schilderung (Lectures on the eye, p. 11 u. 12, seine Mikr. Anat. II. 2. S. 614), der er nichts Besseres an die Seite zu stellen wisse, ausserdem verweist er dieselben auf die Untersuchungen der Hornhaut im polarisirten Lichte durch *His*, die unwiderleglich darthun, dass die *Cornea* aus schmäleren platten Bündeln von einer gewissen Dicke besteht, die in verschiedenen Richtungen sich kreuzen. Auch die älteren und neueren Einspritzungsversuche der Hornhaut durch einen Einstich seit *Bowman* sprechen sehr entschieden gegen die Annahme eines einfach blätterigen Baues derselben, indem niemals grössere spaltenförmige Räume sich füllen (siehe *v. Recklinghausen*, die Lymphgefässe, S. 51 und *Rollett*, in *Stricker*'s Handb.). Während die Lamellen in der Hornhaut des Menschen und der meisten höheren Thiere nirgends durch die ganze *Cornea* oder auch nur auf grössere Strecken zu verfolgen sind, da sie durch reichlichen Bündelaustausch überall zusammenhängen, findet man bei niederen Wirbelthieren, namentlich bei den Rochen und Haien, sowie beim Frosche, eine viel regelmässigere Lamellenbildung. An senkrechten Durchschnitten tritt dieselbe bei der Untersuchung mit dem polarisirenden Mikroskop sehr deutlich hervor, da in den aufeinander folgenden Lamellen die Fibrillen sich nahezu unter rechten Winkeln kreuzen, wie im ausgesprochen lamellären Knochengewebe. Man sieht bei dieser Untersuchung die Lamellen als abwechselnd helle und dunkle Streifen, welche von einem Rande der *Cornea* bis zum entgegengesetzten dieselbe Breite bewahren und auch unter sich nur wenig an Breite verschieden sind. Wie *Ranvier* (in Leçons d'anat. génér. 1878—79) angiebt, werden bei den Plagiostomen die Lamellen von Fasern (*fibres suturales*) senkrecht durchbohrt, welche von der relativ dicken *Elastica anterior* bis zur *Elastica posterior* reichen. An senkrechten Durchschnitten der *Cornea* von *Acanthias* und *Scyllium* sehe ich keine durchbohrenden Fasern, wohl aber da und dort Trugbilder, welche solche Fasern vortäuschen. — Die *Cornea* des Menschen und der Thiere, obwohl in ihrer Grundsubstanz aus positiv doppelbrechenden Fibrillen aufgebaut, erscheint zwischen gekreuzten Nicol's in der Richtung senkrecht zur Oberfläche angesehen nicht doppelbrechend, was sich dadurch erklären lässt, dass alle Faserrichtungen gleichmässig vertreten sind und dadurch eine vollständige Kompensation der entgegengesetzten Wirkungen zu Stande kommt. Doch zeigt eine ganz frische *Cornea*, in ihrer natürlichen Krümmung zwischen zwei Nicol's untersucht, ein sogenanntes negatives Kreuz, d. h. also nur im Scheitelpunkt eine neutrale Wirkung. Dies erklärt sich dadurch, dass die meridional verlaufenden Faserbündel um so weniger doppelbrechend wirken, je mehr ihre Richtung (gegen den Rand des Präparates) sich der Vertikalen nähert. Dagegen bleiben die in Parallelkreisen verlaufenden Faserbündel überall gleich doppelbrechend und sie kommen daher gegen den Rand des Präparates mehr und mehr einseitig zur Wirkung. Wenn man einen Bulbus mit den Fingern zusammendrückt, so trübt sich momentan die Hornhaut. Die Trübung geht sofort zurück, wenn der Druck nachlässt. Die Erscheinung beruht, wie *E. Fleischl* (in Sitzb. d. k. Akad. in Wien 82. Bd. III. Abth.) nachwies, auf der durch den Druck erzeugten, starken Doppelbrechung der Corneafasern.

Ueber die Natur der Hornhautzellen haben sich die Ansichten, trotz zahlloser Untersuchungen, noch immer nicht ganz geeinigt. Da man die Hornhautzellen an der völlig unveränderten, überlebenden Hornhaut nicht sieht, ist man genöthigt, aus dem Verhalten derselben in der absterbenden oder mit Reagentien behandelten Hornhaut auf die lebenden Zellen Rückschlüsse zu machen, welche keine volle Sicherheit bieten können. Ein vortreffliches Mittel, um diese Gebilde prachtvoll sichtbar zu machen, hat *His* entdeckt, und zwar die Behandlung mit verdünnten Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd, mit welcher Bemerkung die grossen Verdienste von *v. Recklinghausen* um die Einführung der Versilberung als eines allgemeinen Verfahrens bei histologischen Untersuchungen keineswegs angetastet werden sollen (man vergl. *v. Recklinghausen*, in *Virch.* Arch. XIX. S. 451; XXVII. S. 419 und die Lymphgefässe etc. S. 4; ferner *His*, Histologie der *Cornea*, S. 67; *Virch.* Arch. XX. S. 207; Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. S. 472). Bei Anwendung des Höllensteins erhält man zuerst Silberniederschläge in der

Fasersubstanz der Hornhaut, so dass die Zellen als schöne, helle Sterne sichtbar werden. Legt man nun eine solche Hornhaut in eine Kochsalzlösung, so wird die Grundsubstanz wieder hell, während das Silber im Innern der Zellen sich ablagert, und erhält man nun schwarze Sterne und Netze auf hellem Grunde. Letzteres erreichte *Tartuferi* (in Anat. Anz 5. Bd., S. 524) auch dadurch, dass er Hornhäute einige Tage in eine 15 proz. Lösung von Natriumthiosulfat und dann in gepulvertes Silbernitrat mit wenig Wasser brachte. *His* hat mit Silber gefüllte Zellen auch für sich frei dargestellt und so von Neuem den Beweis geleistet, dass dieselben besondere Körper sind. Den besten Beweis dafür, dass die sternförmigen, reichlich verästelten und anastomosirenden Hornhautkörper, wie wir sie seit *Virchow, Strube* und *His* kennen, natürliche Bildungen sind, liegt in dem Umstande, dass dieselben, wie *His* zuerst gezeigt hat (*Cornea*, S. 21, 22), auch an Schnitten der frischen Hornhaut, ohne Zusatz von Reagentien, mit allen ihren Ausläufern aufs Zierlichste sichtbar sind, Erfahrungen, die später *Kühne* (Das Protoplasma, S. 125). *v. Recklinghausen* (*Virch.* Arch. XXVIII. S. 171, 176), *Engelmann*, *Rollett* u. A. insofern bestätigten, als sie die Zellen theils an einfach mit *Humor aqueus* befeuchteten ganzen Hornhäuten vom Frosche und von Säugern mit und ohne Anwendung der feuchten Kammer erkannten und *Rollett* insbesondere durch Anwendung von Induktionsschlägen die Zellen an überlebenden Hornhäuten des Frosches plötzlich sichtbar machen konnte. Ausserdem ist nun noch zu erwähnen, dass die Zellen durch Maceration in starken Säuren mit allen ihren Ausläufern für sich dargestellt werden können (*His*), sowie, dass sie durch Behandlung mit Chlorgold, wie *Cohnheim* und *Koelliker* gefunden, aufs Schönste zur Anschauung kommen.

Kann nun auch das Vorkommen sternförmiger, durch zahlreiche Ausläufer verbundener kernhaltiger Zellen in der Hornhaut als hinreichend gesichert angesehen werden, so sind doch noch nicht alle Fragen, die an diese Zellen sich knüpfen, als gelöst zu bezeichnen, und handelt es sich besonders noch darum, ob um diese Zellen besondere Membranen vorhanden sind, und ob die Lücken der Grundsubstanz der Hornhaut, welche die Zellen einschliessen, als besondere Hohlräume aufzufassen seien oder nicht. In seiner ausgezeichneten Untersuchung über die Lymphgefässe hat *v. Recklinghausen* die auch an anderen Orten von ihm gefundenen Saftkanälchen ebenfalls aus der *Cornea* beschrieben. Diese durch Injektionen nachzuweisenden Kanälchen verlaufen nach ihm bei den einen Thieren in Bündeln einander parallel und sich kreuzend wie die *Corneal tubes* von *Bowman*, während sie bei anderen dichte Netze bilden, deren Kanäle beim Meerschweinchen durchschnittlich die doppelte Weite eines Froschkapillargefässes haben, beim Menschen viel schmäler sind. In diese „Saftkanälchen", an denen keine Membranen sich nachweisen liessen und die auch nicht für sich darstellbar waren, verlegt nun *v. R.* die Zellen der Hornhaut, die er als unregelmässig gestaltete Körperchen schildert, die keine Verbindungen unter einander eingehen und bald mehr rundlich, bald, bei galvanischer Reizung, sternförmig erscheinen. — Die Bedeutung dieser Saftkanälchen anlangend, so war *v. R.* entschieden geneigt, dieselben als dem Lymphsysteme angehörig anzusehen, da es ihm gelang, die Verbindung derselben mit verästelten Stämmen nachzuweisen, von denen die stärksten am Hornhautrande Nervenstämmchen einschlossen, doch ist allerdings hervorzuheben, dass er in dieser Beziehung eines bestimmten Endurtheiles sich enthielt.

Diese Aufstellungen von *v. Recklinghausen* wurden bald durch eine Reihe späterer Untersuchungen, unter denen vor allem die von *His* (Schweiz. Zeitschr. f. Heilk. II.), *v. Recklinghausen* selbst (*Virch.* Arch. XXVIII) und *Engelmann* (*Cornea*) Erwähnung verdienen, erweitert und in ein bestimmtes Licht gestellt, wobei sich folgendes ergab.

1. Die beweglichen Zellen der Hornhaut sind nicht die eigentlichen sternförmigen Hornhautzellen, wie *v. Recklinghausen* und *Kühne* zuerst annahmen, vielmehr nach *v. Recklinghausen*'s eigenen Ermittelungen besondere, kleinere Zellen, an denen selbst Ortsveränderungen wahrgenommen wurden. Diese „wandernden" Zellen finden sich sowohl beim Frosche als bei Säugern und schliessen sich an ähnliche in Bindesubstanzen schon früher von *Koelliker* und auch von *v. Recklinghausen* beobachtete bewegliche Zellen an (siehe § 16). Sie sind ohne Zweifel Leukocyten, die theils in denselben Räumen, in welchen die fixen Zellen liegen, sich bewegen, theils — namentlich in entzündeten Hornhäuten — zwischen den Faserbündeln sich Wege bahnen, welche

auch durch Injektion als *Bowman*'sche *Corneal tubes* künstlich erzeugt werden können (siehe unten).

2. Mit Bezug auf die fixen Hornhautkörperchen hat später *v. Recklinghausen* zugegeben, dass dieselben neben freien auch anastomosirende Ausläufer besitzen; auch hat er durch starke Schwefelsäure ihre Netze isolirt wie *His*. Auf der anderen Seite ist *v. R.* aber doch nicht davon überzeugt, dass diese Zellen die von ihm injizirten Saftkanälchen vollständig erfüllen und macht besonders geltend, einmal, dass die durch Schwefelsäure isolirbaren Gebilde möglicherweise zum Theil in den Saftkanälchen erzeugte Niederschläge seien, und zweitens, dass die durch Versilberung sichtbar werdenden Netze von Zellenausläufern viel reichlicher seien, als man sie sonst wo an den Zellen sehe, und dass demnach die Hornhautkörperchen nur zum Theil diesen Netzen entsprechen. — Beide diese Einwürfe können jedoch wohl kaum als begründet angesehen werden, denn im ersteren Falle hat ja *v. R.* nicht nachgewiesen, dass ein Ueberschuss von Schwefelsäure einen Theil der dargestellten Anastomosen löse, wie dies nach ihm mit den durch Schwefelsäure in Serum oder Transsudaten entstandenen Gerinnungen geschieht, und zweitens ist durch die nicht unschwer zu bestätigenden Erfahrungen von *His* (s. a. *Engelmann*, l. c.) hinreichend dargethan, dass die Zellenfortsätze der Hornhaut des Frosches nicht „sparsam verästelt“ sind, wie *v. R.* sie bezeichnet, sondern auch an frischen Hornhäuten genau in derselben Reichhaltigkeit zu erkennen sind wie durch Silber.

3. *v. Recklinghausen* hält auch in seiner letzten Mittheilung (in Anat. Anz. 3. Bd., S. 612) noch an den Saftkanälchen fest; es wird jedoch auch bei dem besten Willen seine erste Aufstellung nur in einer sehr beschränkten Weise sich retten lassen. Mit Recht behauptet *Koelliker*, wie auch *Kühne*, *Engelmann*, *Rollett*, *Ranvier* u. A., dass die Hornhautkörperchen einer normalen Hornhaut die Lücken in der Grundsubstanz ganz erfüllen und dass sonach kein Grund vorliegt, diese Lücken besonders zu bezeichnen. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass diese Lücken sich nicht injiziren lassen oder dass nicht auch unter anderen Umständen fremde Elemente unter theilweiser Verdrängung der Hornhautzellen in sie einzutreten im Stande seien, wie dies in der That auch *Engelmann* von den wandernden Zellen gesehen hat. Noch weiter als *v. Recklinghausen* geht in der Vertheidigung eines besonderen Saftkanalsystems, theilweise auf die Befunde *Schweigger-Seidel*'s sich stützend, *G. Schwalbe* (in Anat. d. Sinnesorg. S. 156), indem dieser Forscher den fixen Hornhautzellen den Charakter von plättchenartigen, da und dort mit seitlichen Flügeln versehenen, jedoch nicht anastomosirenden Gebilden zuschreibt und die von anderen Autoren beschriebenen Fortsätze als Niederschläge betrachtet. Doch ist diese Ansicht mit den gesicherten Erfahrungen über die Natur der Hornhautzellen nicht vereinbar.

Wenn nun aber auch die Hornhautzellen überall dicht vom Hornhautgewebe umschlossen sind und ein Netz von Kanälchen, das nur stellenweise die Zellen enthielte, nicht angenommen werden kann, so wäre es doch immer noch möglich, dass die, die Zellen enthaltenden Räume eine besondere Membran als Auskleidung besässen, die in demselben Verhältnisse zu den Zellen stünde, wie nach *Neumann* die Knochenkapseln zu den Knochenzellen (siehe I. Bd. § 82, S. 278), mit anderen Worten, als eine äussere Abscheidung der Hornhautkörperchen anzusehen wäre. Die Entscheidung erwartete *Koelliker* erst von Versuchen, wie sie *Neumann* an den Knochen und Zähnen anstellte, immerhin scheint ihm eine Beobachtung von *v. R.* für eine solche Membran zu sprechen, obgleich *v. R.* selbst dies in Abrede stellt. Eine 4 proz. Lösung von phosphorsaurem Natron nämlich bewirkt nach *v. R.* ein Zurückziehen der Ausläufer der Hornhautzellen. Macerirt man nun eine solche Hornhaut in Schwefelsäure, so isolirt sich dasselbe Netzwerk, wie in einer frischen Hornhaut, aber in den breiten Knotenpunkten liegt das scharf umschriebene Hornhautkörperchen, während die übrigen Theile des Netzes blass erscheinen. Was liegt näher, als hier an ähnliche Verhältnisse wie bei den Knorpel- und Knochenkapseln zu denken, bei denen der Inhalt oder der Protoplasmakörper auch von der umschliessenden Wand sich zurückziehen kann, und *Koelliker* glaubte, dass eine weitere Untersuchung der Hornhautzellen nach dieser Seite sich kaum unfruchtbar erweisen würde. Doch konnte *Rollett* bei Isolationsversuchen keine entscheidenden Resultate erhalten.

Wenn auch dem Gesagten zufolge keine offenen Saftkanäle in der Hornhaut sich finden, die von den Zellen nur theilweise erfüllt wären, so lassen sich doch die *Corneal tubes* von *Bowman* als Safträume deuten, und sind ein bedeutender Theil der von *v. R.* injizirten Kanäle nichts anderes. *Bowman* selbst hält dieselben für künstliche Erweiterungen von natürlichen Zwischenräumen, die im Leben nur eine unmerkliche Menge von Feuchtigkeit enthalten, welcher Auffassung *Koelliker* schon in der 1. Auflage dieses Handbuches sich angeschlossen hat und die auch *Engelmann* zu der seinen gemacht hat, indem er die Flüssigkeitslage zwischen den Fibrillen eine nicht messbare nennt. *Rollett* erklärt die durch Injektion dargestellten *Corneal tubes* als Sprenglücken zwischen den Fibrillenbündeln und Bändern und schreibt der interfibrillären Substanz eine mehr feste Beschaffenheit zu. Wie viel Flüssigkeit in diesen Spalträumen sich finden mag, ist übrigens, wie leicht begreiflich, schwer zu entscheiden, um so mehr, da dieselbe unter verschiedenen Verhältnissen sicherlich in wechselnder Menge da sein muss. Durch vitale Injektion von Indigokarmin in die Blutbahn füllen sich manchmal den Cornealröhrchen entsprechende Räume, wodurch die Möglichkeit eines Flüssigkeitsstromes zwischen den Fibrillen der Grundsubstanz erwiesen erscheint. Auch lassen die Filtrationsversuche *Leber*'s durch die *Cornea* nach Entfernung des Endothels, welche ergaben, dass der Filtrationsstrom ausschliesslich durch die Grundsubstanz und nicht durch die Saftkanälchen *v. Recklinghausen*'s erfolgt, schliessen, dass zwischen den Fibrillen Flüssigkeit strömen kann. Dagegen ging *Leber* wohl sicherlich zu weit, wenn er die *Bowman*'schen Interstitien für Lymphräume mit einer besonderen Membran erklärte, weil er nach Injektion mit gefärbtem Terpentinöl dieselben zu isoliren vermochte, und weil von ihnen aus die Masse in die Lymphgefässe der Conjunctiva übertrat. — In Betreff eigenthümlicher Netze von kanalartigen Gebilden, die vielleicht zu Lymphgefässen in Beziehung stehen, vergleiche man die Arbeit von *Sämisch*.

Die Lehre von den Hornhautnerven war durch die wichtigen Entdeckungen von *Hoyer* und *Cohnheim* in ein neues Stadium getreten, und wurden die ersten Mittheilungen dieser Forscher bald von *Koelliker*, *Cohnheim* selbst und *Engelmann* erweitert und später von vielen Forschern in den wesentlichsten Punkten bestätigt und namentlich von *A. Dogiel* mit Hilfe der Methylenblaumethode für den Menschen ergänzt. — Die freien Enden der Epithelnerven, die nach den ersten Angaben *Cohnheim*'s in der die *Cornea* benetzenden Feuchtigkeit „flottiren" sollten, haben die späteren Untersucher nicht bestätigt und gilt heute wohl als ausgemacht, dass alle Nervenenden im Epithel liegen.

Eine besondere Beachtung verdient die Hornhaut des Frosches, weil *Kühne* hier gefunden zu haben behauptete, dass die Nerven durch die ganze Hornhaut mit den Hornhautzellen zusammenhängen. *Cohnheim* hat in seiner ersten Mittheilung „diese Angaben in jeder Hinsicht bestätigen zu müssen" erklärt, obgleich schon *Hoyer* auch hier Nervenfäden beschrieben hatte, welche, die Hornhaut durchbohrend, in das vordere Epithel eintreten. Hierauf wurde von *Koelliker* für den Frosch wesentlich dieselbe Endigungsweise wie für die Säuger nachgewiesen, und haben sich dann auch *Engelmann* und *Cohnheim* in seiner grösseren Arbeit *Koelliker*'s Angaben ganz angeschlossen. An der *Cornea* des Menschen konnte *Dogiel* nirgends ein Nervenende an einer fixen Hornhautzelle sehen.

Das genauere Verhalten der Hornhautnerven des Frosches ist nach *Koelliker* (5. Aufl.) folgendes. Von dem bekannten, in den tiefen Lagen der Hornhaut befindlichen, sehr reichen Plexus feinerer und gröberer Zweige (*Sämisch, Kühne, Hoyer*) erheben sich da und dort feinere oder gröbere Zweigelchen, die nach kürzerem oder längerem Verlaufe der vorderen Fläche der Hornhaut zustreben und endlich diese durchbohrend, in das Epithel eintreten. Diese *„Rami perforantes"* sind sowohl an Essigsäure- als an Goldpräparaten leicht zu erkennen, und wenn auch nicht sehr zahlreich, doch reichlich genug. An einem prachtvollen Goldpräparate hat *Koelliker* an etwa einem Drittheile der Hornhaut 67 solcher Nerven gezählt (Fig. 1356), und ergab sich bei dieser genauen Untersuchung auch, dass eine bedeutende Zahl von *Rami perforantes* für sich allein am Rande der Hornhaut eintreten und mit dem grossen Plexus dieser Membran nicht zusammenhängen, was auch *Engelmann* so gesehen hat. Aus diesen Zweigen entwickelt sich, wie bei Säugern, eine subepitheliale Ausbreitung, die jener des

Kaninchens ähnlich ist, nur dass Anastomosen der einzelnen Fäden häufiger sind (*Cohnheim* findet mehr sternförmige Endbüschel mit Anastomosen). Von diesem Geflechte, welches jedoch, wie *Engelmann* an frischen Hornhäuten gefunden zu haben glaubt, keine wirklichen Anastomosen von Achsencylindern enthält, erheben sich dann feine Fäden in das Epithel, die, wie bei Säugern, zwischen den platten, äusseren Epithelzellen frei enden und nicht an die Oberfläche der Hornhaut treten, womit auch *Cohnheim* sich einverstanden erklärte.

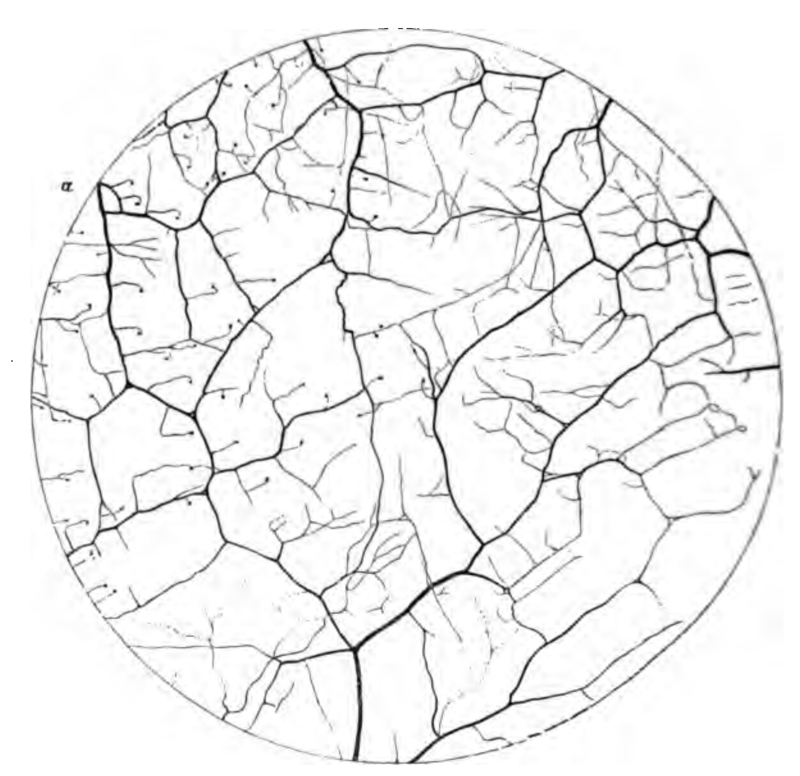


Fig. 1356.

Ausser diesen Nerven der vorderen Hornhautlagen enthält die Hornhaut des Frosches noch eine sehr reiche und eigenthümliche Nervenausbreitung, die *Koelliker* als Nerven der hinteren Hornhautlagen bezeichnet. Es sind dies die Nerven, von denen *Kühne, Königstein, Waldeyer* und *Ciaccio* behaupteten, dass sie mit den Hornhautzellen zusammenhängen, ein Verhalten, von dem *Koelliker* jedoch nirgends mit Sicherheit sich zu überzeugen vermochte. Da Nervenfäden und Zellenausläufer an hundert und hundert Stellen sich kreuzen, so hat es zwar oft den Anschein, als ob beide da und dort zusammenhingen, bei möglichst genauer Untersuchung findet man jedoch immer und immer wieder, dass die beiderlei Elemente nur aneinander vorbeigehen, und es kommen nur selten Fälle vor, in denen eine bestimmte Entscheidung nicht zu geben ist. Da das Gold die Nervenfädchen in der Regel schwarz, die Zellenausläufer dagegen

Fig. 1356. Die ganze Hornhaut des Frosches, vergrössert, mit naturgetreuer Darstellung aller gröberen Nervenverzweigungen. In beiläufig einem Drittheile der Haut sind alle *Rami perforantes*, die durch eine knopfartige Verdickung ihres Endes deutlich gemacht sind, eingezeichnet, und stammen solche auch zahlreich von feineren Aesten, die am Rande eintreten und nicht in den grossen Plexus übergehen.

nur grau oder grauschwarz färbt, so ist die Entscheidung um so leichter. Ferner beachte man, 1. dass in den vordersten Lagen der Hornhaut, die auch sternförmige Zellen enthalten, gar keine anderen Nerven als die *Rami perforantes* für das Epithel sich finden, 2. dass sehr viele Zellen in den hinteren Lagen der *Cornea* ganz bestimmt in allen ihren Ausläufern zu übersehen sind, 3. endlich, dass die meisten feineren Nerven der hinteren Hornhautlagen in einer so eigenthümlichen Weise verlaufen, dass die Annahme einer Verbindung derselben mit den Zellen wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Es ziehen nämlich diese Nerven auf sehr lange Strecken ganz gerade dahin und hängen durch meist rechtwinklig abgehende Ausläufer unter einander zusammen, so dass sie ein grobmaschiges Gitterwerk erzeugen. Genauer bezeichnet verlaufen die meisten dieser Nerven radial und tangential oder in Richtungen, die diesen beiden sich nähern. Dieselben stammen theils von dem gröberen Nervenplexus, theils treten sie am Rande der Hornhaut als feine Fäden ein, deren Abgang von gröberen Zweigen nicht nachzuweisen ist. Ihrer Zusammensetzung nach sind viele dieser Nerven einzeln für sich verlaufende Fasern, einige Bündelchen von zweien oder dreien solcher, und was ihren weiteren Verlauf betrifft, so ist sehr leicht nachzuweisen, dass dieselben, und zwar auch die aus einem einzigen Faden bestehenden, unter rechten Winkeln Aeste abgeben und durch solche da und dort unter einander sich verbinden, wogegen freie Enden *Koelliker* nicht vorkamen, so dass er das Ganze wesentlich für ein grobmaschiges, wirkliches Netz von Nervenfasern hielt, welches durch feinere Plexus von Nervenbündelchen mit dem gröberen Hauptgeflechte der *Cornea* zusammenhängt. Der reichste Theil dieses anscheinenden Endnetzes und der Endgeflechte findet sich zwischen dem grösseren Plexus und der *Elastica posterior*, und zwar zum Theil dicht an dieser, der andere Theil unmittelbar vor dem gröberen Plexus. — *Engelmann* hält auch für diese Nerven das Vorkommen von wirklichen Anastomosen für zweifelhaft, und was ihre Enden anbelangt, so schienen ihm dieselben theils frei auszulaufen, hie und da auch mit Hornhautzellen zusammen zu hängen. *Engelmann* giebt auch an, dass einzelne Nervenenden, jedoch nur „äusserst wenige", im vorderen Drittheile der Haut sich finden. Die zum Theil eigenthümlichen Verhältnisse der Corneanerven der Fische hat *C. Zelinka* eingehend untersucht (in Arch. f. mikr. Anat. 21. Bd.). — In dem Theile der *Conjunctiva bulbi*, welche beim Menschen etwas über den oberen und unteren Hornhautrand sich erstreckt, fand schon vor *Dogiel W. Krause* in den nach *Manz* hier vorkommenden unregelmässigen Bindegewebsleisten einzelne Endkolben, wie sie sonst in der *Conjunctiva* sich finden (Anat. Unters. S. 42).

Ueber die Frage nach dem Vorkommen von „trophischen" Nerven in der *Cornea* sei bemerkt, dass *Ranvier* (l. c.) nach Durchschneidung der am Cornealrande eintretenden Nervenstämmchen beim Kaninchen die *Cornea* unempfindlich fand, dass aber keine Trübung der *Cornea* folgte. Die Operation konnte ausgeführt werden ohne die vordere Augenkammer zu eröffnen. *Ranvier* schliesst aus dem Erfolge der Operation, dass besondere „trophische" Nerven nicht vorhanden sind.

Die Blutgefässe der *Conjunctiva* reichen bei Gesunden 1—1,5 mm weit in den Randtheil der *Cornea* und was *Römer* (*Ammon*'s Zeitschr. V. 21, Tab. I, Fig. 9, 11) und *Arnold* (Icon. org. sens. II. Fig. 6) abbilden, sind Ausnahmsfälle, dagegen können bekanntermassen bei Entzündungen dieselben so sich entwickeln, dass sie die ganze oder fast die ganze Hornhaut überziehen, indem die eigentlichen Corneagefässe in solchen Fällen weiter ins Innere sich hinein bilden. Ueber die *Vasa serosa corneae* siehe § 322 und *Koelliker*'s Mikr. Anat. II. 2. S. 624 ff.

§ 333.

Gefässhaut, *Tunica vasculosa* oder Traubenhaut, *Uvea*. Die zweite Haut des Augapfels ist eine stark gefärbte, an Gefässen sehr reiche Haut, welche in einen grösseren hinteren Abschnitt, die Aderhaut, *Chorioidea*, und in einen kleinen vorderen, die Regenbogenhaut, *Iris*, zerfällt.

Die *Chorioidea* erstreckt sich von der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo sie von diesem durchbohrt ist, jedoch mit dem Bindegewebe desselben

zusammenhängt und an der Bildung der siebförmigen Lage (*Lamina cribrosa*), welche quer durch den Opticus hindurchzieht, sich betheiligt, als eine 75—150 μ dicke, leicht zerreissbare Haut bis in die Gegend des vorderen Randes der *Sclerotica*, bildet hier einen dickeren Theil, das *Corpus ciliare*, und setzt sich dann unmittelbar in die *Iris* fort. Ihre äussere Fläche hängt nicht nur durch grössere Gefässe und Nerven, sondern auch sonst ziemlich innig an der *Sclerotica* an, so dass beim Blosslegen der *Chorioidea* immer ein Theil der Haut, bald mehr, bald weniger, als ein zartes braunes Gewebe an der *Sclerotica* haften bleibt. Dies ist die sogenannte *Lamina fusca sclerae*, welche von der Aderhaut zu trennen und als besondere Haut zu beschreiben kein Grund vorhanden ist, wenn auch in manchen Fällen einzelne Pigmentzellen, wie sie in ihr sich finden, bis zwischen das Bindegewebe der harten Haut sich hineinerstrecken. Die innere Fläche der *Chorioidea* ist glatt und an der *Ora serrata* sehr fest, sonst nur mit der Pigmentschicht der *Retina* verbunden, vor der *Ora serrata* dagegen und namentlich an den *Processus ciliares* sehr innig mit der *Pars ciliaris retinae* und den Fasern der *Zonula ciliaris* vereint, so dass sie nie rein von derselben zu lösen ist.

Die Aderhaut lässt sich in vier, freilich nicht durchaus scharf abgegrenzte Unterabtheilungen sondern, nämlich: 1. in eine äussere braune weiche

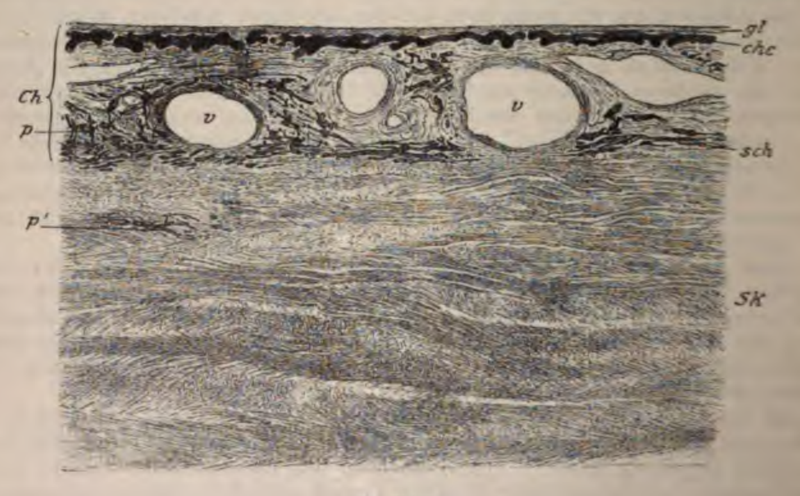


Fig. 1357.

Lage, welche die Ciliarnerven und langen Ciliargefässe trägt und vorn den *Musculus ciliaris* enthält, die äussere Pigmentschicht (*Lamina fusca* s. *suprachorioidea*), 2. in die minder gefärbte eigentliche Gefässlage, mit den grösseren Arterien und Venen, und 3. in eine farblose zarte, ein äusserst reiches Kapillarnetz enthaltende innere Lage, die *Lamina choriocapillaris*.

Fig. 1357. Senkrechter Durchschnitt durch die *Chorioidea* und *Sclera* eines enucleirten Bulbus. *Zenker*'s Flüss., Hämat., Eosin. Vergr. 135. *Ch Chorioidea*; *Sk Sclera*; *chc L. choriocapillaris*; *gl* Glashaut; *p* Pigmentzellen *p'* Pigmentzellen in der *Sclera*; *sch L. suprachorioidea*; *v* Venen der Gefässschicht.

die jedoch nicht weiter als die *Ora serrata* nach vorn sich erstreckt, 4. in eine feine, dem Pigmentepithel der *Retina* innig anliegende Grenzschicht, die Glashaut. — Die Grundlage der eigentlichen *Chorioidea* bildet, abgesehen von den allerdings einen sehr bedeutenden Theil derselben ausmachenden Gefässen und Nerven und von dem *Musculus ciliaris*, ein eigenthümliches Gewebe, das *Koelliker* (siehe § 30, S. 106) zur einfachen Bindesubstanz stellte. Dasselbe besteht in der äusseren braunen Lage, der *Suprachorioidea*, aus feinen, an senkrechten Durchschnitten kaum 2—3 μ dicken Blättern, welche überall zusammenhängen und platte, untereinander kommunizirende, mit Flüssigkeit erfüllte Lücken zwischen sich lassen. Sind die Lücken etwas stärker ausgedehnt, so kann man in der *Suprachorioidea* etwa 5—9 Blätter am senkrechten

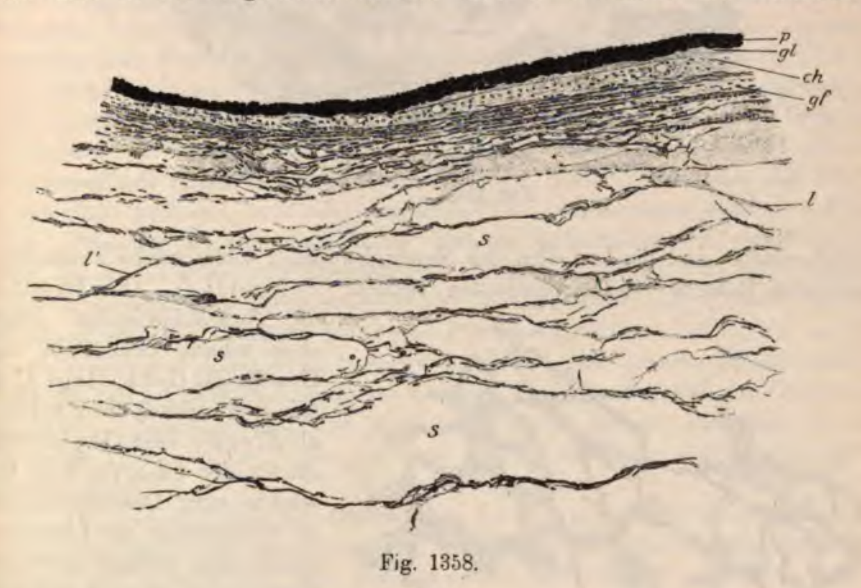


Fig. 1358.

Durchschnitte zählen (Fig. 1358, *l*); sind die Lücken leer, so erscheint dieselbe wie eine zusammenhängende Schicht (Fig. 1357, *sch*). In den einzelnen Blättern findet man zahlreiche ästige, 18—45 μ grosse Pigmentzellen mit hellen Kernen, daneben auch farblose Zellen von ähnlicher Form wie die pigmentirten. Die Zellen zeigen theils plumpe kurze, theils zarte, 1 μ dicke Fortsätze; ausserdem finden sich auch mehr polygonale oder rundliche Pigmentzellen. Das Pigment von brauner bis schwarzbrauner Farbe ist in Form von rundlichen Körnchen im Protoplasma eingelagert. Die Zellen sind platt und in einer mehr homogenen oder feinfaserigen Substanz, welche die Grundlage der Lamellen bildet, eingeschlossen. In den Lamellen finden sich ziemlich zahlreiche, zu feinen Netzen vereinte elastische Fasern, welche den Zellen dicht anliegen (Fig. 1359) und

Fig. 1358. Senkrechter Durchschnitt der *Chorioidea* in der Gegend der *Ora serrata retinae* mit künstlich erweiterten Spalten der *Suprachorioidea*. *Müller*'s Flüss., Hämatox. Eosin. Vergr. 85. *p* Pigmentschicht der *Retina*; *gl* Glashaut, *ch* *Choriocapillaris*, *gf* Gefässschicht der *Chorioidea*; *l* Lamellen der *Suprachorioidea*; *l'* Verbindungen derselben; *s* Spalten.

dort, wo sie über Pigmentzellen wegziehen, die Pigmentkörnchen gleichs
Seite drängend, als farblose Linien an den Zellen erscheinen (*Ranvier*

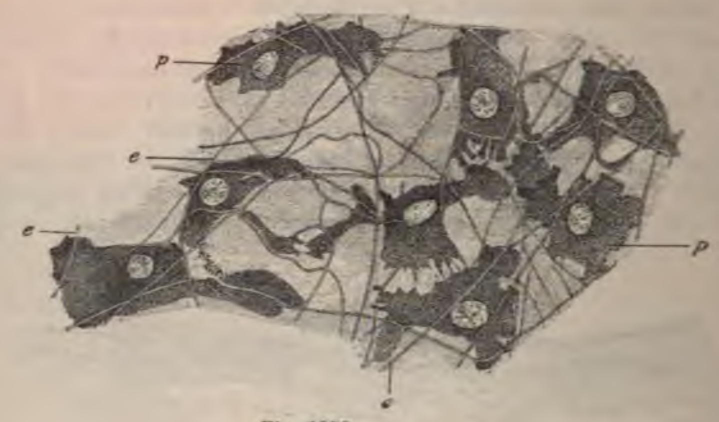


Fig. 1359.

der Oberfläche sind die Lamellen der *Suprachorioidea* vielfach von zusa
hängenden Belegen von Endothelzellen bedeckt (*Schwalbe*). Die La
der *Suprachorioidea*
ohne scharfe Grenze i
Gewebe der Gefässlag
mina vasculosa) über, w
als *Stroma* oder Grun
stanz der *Chorioide*
zeichnet wird. Dasselbe b
im Wesentlichen aus Lam
jedoch ohne stärkere ela
Fasern und mit reich ve
ten Pigmentzellen (Fig. 1
Die Lamellen sind dicht
webt als in der *Suprac*
idea und treten gegenüb
sehr zahlreichen grösser
kleineren venösen und ar
len Gefässen an Masse z
wodurch die Gefässlag
Ganzen weniger pigment
scheint. Da den Gefässe
bindegewebige Haut und den in der *Chorioidea* verlaufenden Nerven



Fig. 1360.

Fig. 1359. Lamelle der *Suprachorioidea* isolirt in verdünntem Glycerin. Verg
e Elastische Fasern; *p* Pigmentzellen.

Fig. 1360. Lamelle aus der Gefässschicht der *Chorioidea*, isolirt in verdü
Glycerin. Vergr. 325. Netz der Pigmentzellen, dazwischen fein fibrilläre Grunds
die nicht dargestellt wurde.

typische Perineuralscheide zukommt, so enthält die Gefässlage der *Chorioidea* auch leimgebendes Bindegewebe. Wie *H. Müller* fand, sind in derselben auch glatte Muskelbündel, welche vorzüglich als schmale Seitenstreifen die Arterien begleiten, ausserdem aber auch hie und da zarte Geflechte zu bilden scheinen. Von Flüssigkeit erfüllte Spalten, deren Wände von Endothelzellen ausgekleidet sind, finden sich auch in der Gefässschicht und nach *Sattler* sind die Venen von perivaskulären, mit Endothel ausgekleideten Räumen umgeben. Gegen die Choriokapillarschicht soll nach *Sattler* ein kontinuirliches, die Grenze der Gefässlage darstellendes Endothelhäutchen vorhanden sein. Die Choriokapillarschicht (*Lamina choriocapillaris*) besteht aus einer vollkommen pigmentfreien, undeutlich faserigen, gegen Säuren und Alkalien ziemlich widerstandsfähigen Substanz, welche in den Lücken, zwischen den fast ebenso viel Raum, als erstere einnehmenden Kapillaren, da und dort Zellen enthält. Nach innen wird die Choriokapillarschicht von einer 1,3 μ dicken, für sich darstellbaren, glasartigen oder feinfaserigen Schicht, der von *Bruch* entdeckten elastischen Lage oder Glashaut, der *Lamina basalis* (*A.N.*) bedeckt. Zwischen dieser und der Choriocapillaris findet sich, wie *Smirnow* (in Arch. f. Ophthalm. 47. Bd.) in neuerer Zeit nachwies, noch ein äusserst dichtes, feinmaschiges, elastisches Fasernetz. Dasselbe ist sehr deutlich im hinteren Bulbusabschnitte und liegt dort dicht an der Glashaut; im Beginne des Ciliarkörpers schiebt sich aber zwischen beide eine gefässlose Bindegewebsschicht (*Salzmann*, Die *Zonula ciliaris*, Wien 1900). Der Glashaut haftet das Pigmentepithel der *Retina* fest an. Es wurde früher, ehe *Koelliker* nachgewiesen hatte, dass dasselbe aus der äusseren Lamelle der sekundären Augenblase entsteht, als Pigmentepithel der *Chorioidea* betrachtet. Dasselbe steht aber funktionell in so inniger Beziehung zu den Sehzellen der *Retina*, dass es erst später bei der *Retina* besprochen werden kann.

Der vordere Theil der *Chorioidea*, der Ciliarkörper (*Corpus ciliare*), welcher zwischen *Ora serrata retinae* und dem Ciliarrande der Regenbogenhaut gelegen ist, enthält den von *Brücke* und *Bowman* entdeckten, glatten Ciliarmuskel (*M. ciliaris*), welcher nach Ablösung der harten Augenhaut von der Gefässhaut für das freie Auge als ein grauer Ring erscheint, der den ganzen Ciliarkörper bedeckend nach rückwärts gegen die braun gefärbte *Chorioidea* sich verliert. An senkrechten Durchschnitten erscheint der Ciliarmuskel in Form eines fast rechtwinkligen, ungleichschenkligen, sehr spitzen Dreieckes, dessen rechter Winkel nach innen gegen die Ciliarfortsätze, dessen spitzester Winkel nach hinten gegen die *Chorioidea* und dessen mittlerer Winkel, welcher der Befestigung des Muskels an der harten Augenhaut entspricht, am Iriswinkel gelegen ist (Fig. 1344, *Mc*). Hier geht der Muskel in das früher (S. 778) geschilderte Balkengewebe über, das an der Innenwand des *Schlemm*'schen Kanales gegen den Rand der *Descemet*'schen Haut zieht. Dieses Balkengewebe entspricht also der Insertion des Muskels. Der Muskel besteht aus Bündelchen glatter Fasern, welche theils meridional, theils mehr einer radiären Richtung sich zuneigend verlaufen und geflechtartig verbunden sind. Dieser Antheil des Muskels wird als *Brücke*'scher Muskel bezeichnet; er wurde von *Brücke* als *Tensor chorioideae* beschrieben. Zu diesem meridionalen Antheile kommt nun noch in der Gegend, welche dem rechten Winkel des Muskeldurchschnittes

entspricht, eine individuell wechselnde Zahl von ringförmig um den Ciliarrand verlaufenden Bündeln, welche, von *H. Müller* entdeckt, nach ihm als *Müller*-scher Ringmuskel bezeichnet werden. Sie gehen theilweise durch Umbiegung aus den meridionalen Bündeln hervor. Die Zellen des Ciliarmuskels sind etwa 45 μ lang, 6—9 μ breit, von ausgezeichnet fibrillärer Struktur. Durch die Lücken zwischen den Bündelchen geht, namentlich in der Nähe der Ciliarfortsätze gefässhaltiges Bindegewebe mit reichlichen elastischen Fasern und zum Theil pigmentirten Zellen, welche namentlich gegen die *Sclera* und nach rückwärts gegen die *Chorioidea* sehr zahlreich werden, an welchen Stellen das Gewebe den Charakter der oben geschilderten Lamellen der *Suprachorioidea* zeigt. Gegen die Ciliarfortsätze (*Processus ciliares*) zeigt sich das fibrilläre Bindegewebe sehr deutlich und dasselbe bildet mit reichlichen elastischen Fasern die Grundlage dieser Gebilde. An der Grenze zwischen Muskel und Fortsätzen findet man in der Regel eine stärkere Anhäufung von Pigmentzellen. Die Glashaut der *Chorioidea* überzieht nach *Bruch* und *H. Müller* auch die Ciliarfortsätze und hat hier nach dem Letzteren an ihrer inneren Oberfläche eine Menge zum Theil zierlich angeordneter mikroskopischer Unebenheiten, die in ihrer Gesammtheit das *Reticulum* des Ciliarkörpers (*H. Müller*) bilden. Doch besteht hier die Glashaut nur aus dem homogenen oder feinfaserigen Antheile, während die elastische Faserschicht durch eine Bindegewebslage von den Falten abgedrängt ist (*Salzmann*). Innig verbunden mit dieser eigenthümlichen veränderten Glashaut, unter welcher hier keine Choriocapillaris sich findet, ist die *Pars ciliaris retinae*, welche aus einer äusseren, die Glashaut unmittelbar berührenden Schicht von Pigmentzellen und einer inneren, der *Zonula ciliaris* zugewendeten pigmentfreien, hinten aus mehr cylindrischen, vorn aus rundlich polygonalen oder fast platten Zellen zusammengesetzten Lage besteht (Fig. 1349). Im hinteren Theile des Ciliarkörpers liegt das Epithel ziemlich glatt der Glashaut auf; weiter nach vorn wird die in die Unebenheiten der Glashaut eingreifende Grenze der Pigmentzellenlage mit zunehmender Erhebung der Ciliarfortsätze unregelmässiger und die Pigmentzellen bilden zahlreiche rundliche, knospenförmige oder längere abgerundet cylindrische oder keulen- und birnförmige selbst verästelte, oft dicht gedrängte Vorsprünge, gegen welche auch die farblose innere Zellenlage manchmal etwas in die Tiefe zieht. In neuerer Zeit wurden diese Epithelknospen von *Collins* und *Buchanan* als Drüsen beschrieben, welche den *Humor aqueus* absondern sollen. Ohne leugnen zu wollen, dass die Epithelknospen der *Pars ciliaris* in ihrer Form an Drüsen erinnern, so können dieselben doch nicht als solche bezeichnet werden, da eine Lichtung denselben normaler Weise nicht zukommt und dieselben nicht mit Falten und Buchten der Ciliarfortsätze, welche Drüsenschläuche an Schnitten vortäuschen können (vergl. Fig. 1349), verwechselt werden dürfen. Bisweilen, doch bei Weitem nicht an allen Augen, bemerkt man an den die höchsten Vorsprünge der *Processus ciliaris* bedeckenden, farblosen Epithelzellen insofern Verschiedenheiten, als die einen wie vakuolisirt an Becherzellen erinnernd, die anderen mehr dunkel und feinkörnig erscheinen; Verschiedenheiten, welche auf sekretorische Vorgänge hindeuten. Die Art des Ueberganges der *Pars optica retina* in die *Pars ciliaris*, sowie die Beziehungen der letzteren zur *Zonula ciliaris* sollen erst später besprochen werden (siehe § 338 und 341).

Die Regenbogenhaut besteht an der vorderen Seite aus dem eigentlichen Irisgewebe, welches hinten vom Iristheil der *Retina* überdeckt wird. Das eigentliche Irisgewebe lässt drei, keineswegs scharf getrennte Schichten am senkrechten Durchschnitte unterscheiden, nämlich: 1. ein Endothel, 2. die vordere Grenzschicht, 3. die Gefässschicht oder das *Stroma* der Iris. Der Iristheil der *Retina* besteht 1. aus der hinteren Grenzschicht, welche muskulös ist und den *Dilatator pupillae* bildet und 2. der Pigmentschicht (*Stratum pigmenti*), welche letztere an der Hinterfläche einen dichten schwarzen Ueberzug herstellt.

Das *Stroma* der Iris ist ein ungemein lockeres, viel Flüssigkeit einschliessendes, schwammartiges Gewebe, welches zarte Bindegewebsbündelchen mit spärlichen elastischen Fäserchen enthält, die nur als Gefässscheiden zu derberen Zügen zusammentreten. Die Bindegewebsbündelchen verlaufen vorwiegend radiär unter reichlicher Verflechtung; im Pupillartheile und am Ciliarrande zum Theil mehr cirkulär. Die Bindegewebsbündelchen liegen in einer homogenen Grundmasse, welche zahlreiche, spindel- und sternförmige, seltener rundliche, häufig pigmentirte Zellen enthält, die vielfach anastomosiren und dadurch Netze bilden. Die Zellen werden besonders zahlreich gegen die vordere Fläche und bilden hier ein, von Bindegewebsbündelchen freies Netzwerk, das die vordere Grenzschicht darstellt. Der hinteren Grenzschicht dicht nach vorne anliegend findet man häufig pigmentirte Zellen, deren Ausläufer fast senkrecht zur Irisfläche verlaufen. Unter den nicht pigmentirten Zellen des Irisstroma, welche zum Theil rundlich und Leukocyten ähnlich sind, finden sich auch Mastzellen (*Koganei*). Die zahlreichen von Flüssigkeit erfüllten Lücken im *Stroma* der Iris stehen theils durch die buchtigen Vertiefungen an der Vorderfläche der Iris mit der vorderen Augenkammer in Verbindung, theils setzen sie sich in das Lückenwerk fort, das am Iriswinkel von den Bälkchen des *Ligamentum pectinatum* gebildet wird, die sich bis in die Vorderfläche der Iris mehr weniger weit verfolgen lassen. Nahe am Ciliarrande wird das *Stroma* vor der hinteren Grenzschicht dichter und geht in das derbere Bindegewebe über, welches die Ciliarfortsätze bildet. Von den glatten Muskeln der Regenbogenhaut ist der Schliessmuskel, *Sphincter pupillae* in Form eines platten, je nach dem Kontraktionszustande 0,6—1,2 mm breiten Ringes genau am Pupillarrande leicht nachzuweisen. Am senkrechten, radiären Durchschnitte (Fig. 1361, *sp*) stellt sich der Schliessmuskel als ein Streifen dar, welcher der hinteren Grenzschichte der Iris nahe liegt und am Pupillarrande bis dicht an die, diesen noch etwas nach aussen umgreifende Pigmentschicht heranreicht. Der Muskel besteht aus zahlreichen sich durchflechtenden, vorwiegend cirkulär verlaufenden Bündelchen, die besonders deutlich am Querschnitte bei erweiterter Pupille (Fig. 1361, *A*), wobei die Muskelbündel weniger breit erscheinen, hervortreten. Der Muskel ist an einer blauen Iris nach Entfernung des hinteren Pigmentes mit und ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu erkennen und lässt sich in 45—67 μ lange Elemente, welche jenen des *M. ciliaris* gleichen, zerlegen.

Der viel bestrittene *Dilatator pupillae* zeigt ganz eigenartige Verhältnisse. Die hintere Fläche der Iris ist von einer 18—22 μ dicken, tiefschwarzen Pigmentlage überzogen, welche entwicklungsgeschichtlich den vordersten Abschnitt der sekundären Augenblase, aus welcher die *Retina* hervorgeht,

darstellt und daher als *Pars iridica retinae* bezeichnet wird. Sie ist die direkte Fortsetzung der *Pars ciliaris retinae* und besteht wie diese aus zwei epithelialen Zellenlagen, die jedoch vom Ciliarrande der Iris angefangen einen wesentlich anderen Charakter annehmen. Die pigmentlose innere Lage der *Pars ciliaris retinae* geht am Ciliarrande der Iris in grosse rundliche Zellen über,

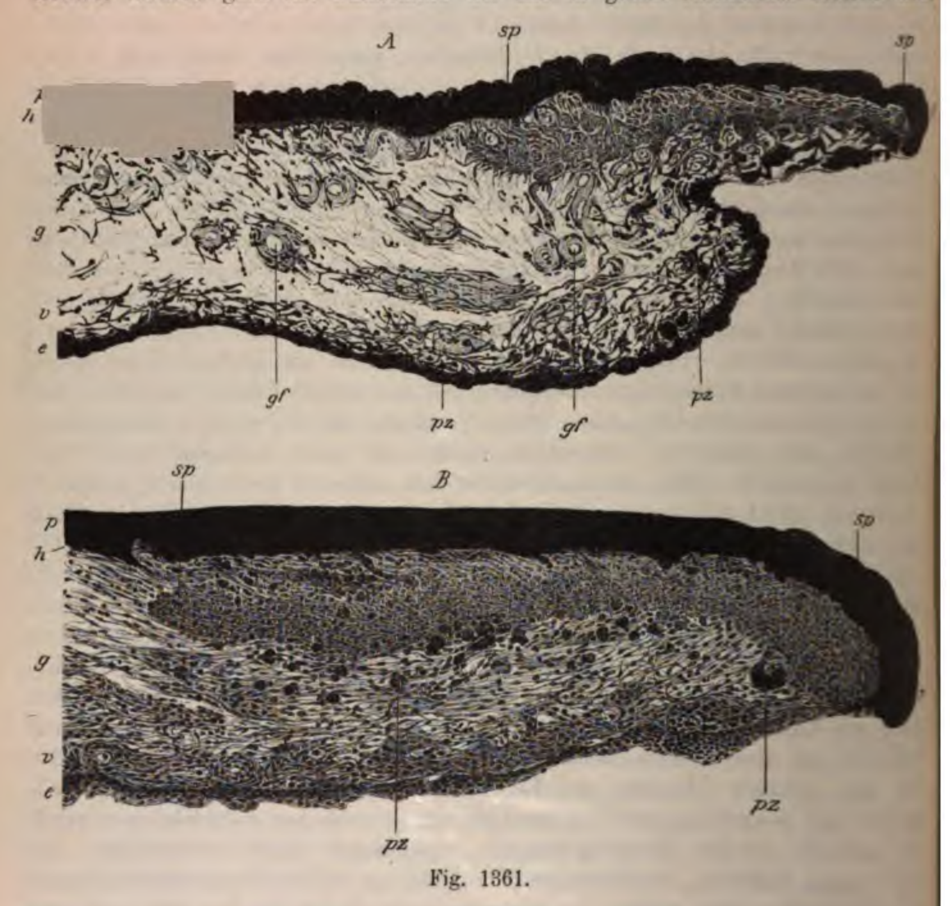


Fig. 1361.

welche von tief dunkeln kleinen runden Pigmentkörnchen so dicht erfüllt sind, dass die ganze Lage fast gleichmässig kohlschwarz erscheint (S. 779, Fig. 1349, *Pir*). Die äussere, dem Gewebe des Ciliarkörpers aufsitzende Schicht pigmentirter Zellen der *Pars ciliaris retinae* setzt sich ebenfalls als pigmentirte Lage auf die Iris fort; die Zellen verändern sich aber, werden länglich, spindelförmig und nehmen den Charakter von glatten Muskelzellen an, deren Kerne jedoch

Fig. 1361. Senkrechte meridionale Durchschnitte durch den Pupillartheil der Iris. *Zenker's* Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 70. *A* Pupille im erweiterten Zustande (von einem enucleirten Bulbus), *B* im verengten Zustande (von einem Justifizirten). *e* Endothel der Iris; *g* Gefässschicht; *gf* Blutgefässe im Querschnitte; *h* hintere Grenzschicht (*Dilatator*); *p* Pigmentschicht; *pz* Pigmentzellen; *r* Pupillarrand; *sp Sphincter pupillae*; *v* vordere Grenzschicht.

von Pigment umhüllt dicht an der inneren Pigmentschicht anliegen, während die fibrillär gestreiften, theilweise ebenfalls pigmentirten, an beiden Enden zugespitzten, kontraktilen Theile der Zellen eine, wie selbständig erscheinende, radiärstreifige Lage herstellen, welche von *Bruch* zuerst beschrieben, früher als *Bruch*'sche Membran oder als hintere Grenzschicht der Iris bezeichnet wurde (Fig. 1349, *G*). *Henle* behauptete zuerst die muskulöse Natur dieser Lage und sie ist es, welche wesentlich als *Dilatator pupillae* betrachtet werden muss, wie erst die neueren Untersuchungsmethoden mit Sicherheit ergaben. Die Fasern des membranös ausgebreiteten *Dilatator* erstrecken sich vom Ciliarrande der Iris bis nahe an den Pupillarrand, ohne diesen jedoch zu erreichen, indem am Pupillarrande der Umschlagsrand der *Pars iridica retinae* in beiden Schichten aus rundlichen Pigmentzellen besteht. Der *Dilatator pupillae* ist demnach eine Epithelmuskellage, die in den glatten Muskeln der Knäueldrüsen und in den Epithelmuskelzellen der Coelenteraten ihre Analogien findet. Einen anderen *Dilatator* hatte früher *Koelliker* (in Zeitschr. f. wiss. Zool. I. Bd., S. 54) als vom Rande des *Sphincter pupillae* ausgehende radiäre Bündel im *Stroma* der Iris beschrieben (siehe Fig. 1362). Dass solche vom *Sphincter* ausstrahlende radiäre Bündel in der That vorkommen, ist insbesondere für das Kaninchen nicht zu bezweifeln und wie *Rioichi Miyake* (in Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzb. N. F. 34. Bd.) nachweist, treten diese Bündel auch mit den Fasern des *Henle*'schen *Dilatator* in Verbindung. Beim Menschen sind dieselben nicht deutlich entwickelt.



Fig. 1362.

An der vorderen Irisfläche findet sich ein einfaches Endothel mehr rundlicher und bedeutend abgeplatteter, nicht selten pigmentirter, Zellen, die an der gefalteten Iris nicht als ein zusammenhängender, überall gleich breiter heller Saum, sondern mehr nur durch einzelne leichte Erhebungen sich bemerklich machen. Besser noch erkennt man diese Lage nach Entfernung des hinteren Pigmentes auf Flächenansichten, und dann durch Abschaben der vorderen Irisfläche, auch lässt sich dasselbe durch Höllenstein deutlich machen (*J. Arnold*). — Die Farbe der Iris rührt im blauen Auge nur von dem durchschimmernden hinteren Pigmente her, in gelbbräunlichen, braunen und schwarzen Augen dagegen von einem besonderen Irispigmente, das sehr unregelmässig vertheilt ist und so die besonderen Zeichnungen der


Fig. 1363.

Fig. 1362. Ein Theil des *Sphincter* und *Dilatator pupillae* des weissen Kaninchens mit Essigsäure behandelt. Vergr. 350. *a Sphincter*; *b* Bündel des *Dilatator*; *c* hellgewordenes Bindegewebe mit Saftzellen.

Fig. 1363. Endothel der vorderen Irisfläche des Kalbes. Vergr. 300.

vorderen Fläche hervorbringt. Dasselbe sitzt einmal im *Stroma* **selbst**, und zwar in den Pigmentzellen desselben, die besonders in der vorderen Grenzschicht dicht angehäuft sind, dann aber auch in den Gefässscheiden und zwischen den Bündeln und Faserzellen des *Sphincter pupillae*. Das Pigment besteht aus grösseren und kleineren gelben, goldgelben oder bräunlichen unregelmässigen Körnern. Die Pigmentzellen sind spindel- oder sternförmig, zum Theil kugelig oder oval. Letztere finden sich vorzüglich in der Umgebung des *Sphincter* und zwischen den Bündeln desselben, erreichen oft eine bedeutende Grösse (Klumpenzellen, *Koganei*) und fehlen auch in blauen Augen nicht vollständig.

Die Gefässe der *Tunica vasculosa* sind äusserst zahlreich und verhalten sich in den verschiedenen Theilen derselben verschieden. Der hinter der *Ora serrata* gelegene Theil der *Chorioidea* erhält sein Blut 1. von den *Artt. ciliares posteriores breves*, etwa 20 kleinen Arterien, welche im hinteren Umfange des Augapfels näher oder ferner vom Sehnerven die *Sclerotica* durchbohren und gabelförmig sich spaltend auch hier und da anastomosirend in der mittleren oder Gefässschicht derselben nach vorn laufen und 2. von rückläufigen Aesten der *Ciliares longae* und *anteriores*, die mit den Endästen der *Cil. breves* anastomosiren (*Leber*). Die besonders im Grunde des Auges sehr zahlreichen Ausläufer dieser Gefässe dringen nach innen und bilden unmittelbar nach aussen vom Pigmente und der Glashaut der *Chorioidea* in der sogenannten *Lamina choriocapillaris* oder *Ruyschiana* ein Kapillarnetz. Dieses Netz (Fig. 1364, *a*), das bei Thieren mit *Tapetum* innen an demselben liegt und leicht als besondere Haut sich darstellen lässt, was auch beim Menschen an eingespritzten und frischen Augen stellenweise gelingt, ist eines der zierlichsten und dichtesten, die es giebt, indem die Maschen desselben bei einer Weite der Gefässe von 9 μ nur 4,5—11 μ messen, und die Kapillaren wie sternförmig von den grösseren Gefässen ausgehen (Fig. 1364, *a*).



Fig. 1364.

Dieses Netz, dessen Maschen im Grunde der Augen viel enger sind als vorn, und das wohl vorzüglich für die Ernährung der Sehzellen der Netzhaut bestimmt ist, reicht, wie schon erwähnt, vorn nur bis zur *Ora serrata*; hinten an der Eintrittsstelle der Sehnerven hängt dasselbe mit dem Kapillarnetze im Sehnerven unmittelbar zusammen. Ausserdem verbinden sich aber auch hier Arterien und Venenzweigchen, die zum Bereiche der *Ciliares posteriores breves* und *Vasa vorticosa* gehören, unmittelbar mit Aestchen der *Vasa centralia retinae* (*Leber*, Taf. IV, Fig. 2).

Der Ciliarkörper wird ausschliesslich von den *Arteriae ciliares longae* und *breves* versorgt, welche einmal am Rande der Iris, jedoch noch im Bereiche des *Musculus ciliaris* den *Circulus arteriosus iridis major* und nach *Leber*

Fig. 1364. Gefässe der *Chorioidea* und Iris eines Kindes, nach *Arnold*. Von innen angesehen. Vergr. 10. *a* Kapillarnetz des hinteren Abschnittes der *Chorioidea* an der *Ora serrata* *b* endend; *c* Venen der *Corona ciliaris*, von den Ciliarfortsätzen *d* und der Iris *e* abstammend; *f* Kapillarnetz der Innenfläche des Pupillenrandes der Iris. In der Iris sind auch Arterienstämmchen zwischen den Venen sichtbar.

im Innern des genannten Muskels selbst einen weiter nach rückwärts gelegenen, feineren und weniger vollständigen zweiten Gefässkreis bilden, den *Circulus arteriosus musculi ciliaris.* Von diesen Gefässringen stammen die Gefässe der Iris und der vorderen Theile der *Chorioidea*, vor allem die der Ciliarfortsätze und des Ciliarmuskels. — Die Arterien der Ciliarfortsätze scheinen nach *Leber* einzig und allein aus dem *Circulus iridis major* zu entspringen und begeben sich, den Ciliarmuskel durchbohrend, zu den Ciliarfortsätzen, von denen je 1—3 eine kleine Arterie erhalten, die, indem sie dem Rande des Fortsatzes zustrebt, in feinere anastomosirende Aeste sich auflöst und dann am Rande und an der Oberfläche des Fortsatzes in Venen übergeht, die zu den *Venae vorticosae* rückwärts sich begeben (Fig. 1364, *c*). — Die Arterien des *Musculus ciliaris* entstehen aus beiden Gefässkränzen, bilden durch den ganzen Muskel ein feines Kapillarnetz, aus welchem Venen entspringen, die theils rückwärts in die *Vasa vorticosa*, theils in den *Sinus venosus sclerae* (den *Schlemm*'schen Kanal), theils unmittelbar in die *Venae ciliares anteriores* übertreten. Die feineren Gefässe des Ciliarmuskels hängen übrigens vielfach mit denen der Iris und auch der *Processus ciliares* zusammen.

Der vielbesprochene *Sinus venosus sclerae* oder *Canalis Schlemmi* wurde in älterer Zeit von den meisten Anatomen als ein zwischen *Chorioidea* und *Sclera* befindlicher ringförmiger Kanal (Fig. 1344 u. 1349, *S*) beschrieben. Wie schon *Thiersch* gefunden haben will und später *Rouget* und *Leber* angaben, sollte aber an der Stelle desselben ein ringförmiger Venenplexus von 0,25 mm Breite vorhanden sein, der *Plexus venosus ciliaris* (*Leber*), der nach *Leber* sehr wandelbare Verhältnisse zeigt und bald nur aus feineren Gefässen besteht, bald auch gröbere Venen zeigt, ja selbst stellenweise wesentlich aus einer breiteren Vene von 0,25 mm mit einigen feineren sie begleitenden Gefässchen zusammengesetzt ist. Indessen zeigte später *G. Schwalbe*, dass der *Sinus venosus Schlemmi* doch in der Regel ein einfacher Kanal ist und der von *Leber* und später von *Königstein* beschriebene Plexus den eigentlichen Ciliarvenen angehört. Charakteristisch für den *Schlemm*'schen Kanal ist der Bau der Wand desselben, die nur an der Aussenseite von derbem Scleragewebe, an der Innenseite jedoch von dem eigenthümlichen Balkengewebe, welches in den Ciliarmuskel und das *Ligamentum pectinatum* übergeht (siehe S. 778), begrenzt wird. Der *Sinus venosus* nimmt eine gewisse Zahl Venen des *Musculus ciliaris*, aber keine der Iris, auf, ausserdem noch tiefe Venen des vordersten Endes der *Sclera* und wahrscheinlich auch die die tieferen Hornhautgefässe begleitenden Venen und steht durch zahlreiche schräg die *Sclera* durchsetzende Venen mit dem „episkleralen" Netz der *Venulae ciliares anteriores* in Verbindung und zeigt ausserdem, wie *Schwalbe* entdeckte, die merkwürdige Eigenschaft, dass er durch Einstichinjektion in die vordere Augenkammer von dieser aus mit Injektionsmasse sich füllen lässt.

Die Iris enthält ihr Blut ausschliesslich aus dem *Circulus arteriosus major*, und wird von vielen kleineren Arterien versorgt, die in der Richtung der Radien der Haut gegen den Pupillarrand zu verlaufen und der äusseren Fläche der Haut näher liegen. In ihrem Verlaufe geben dieselben, hie und da anastomosirend, da und dort Aeste ab, welche an der hinteren Irisfläche ein breitmaschiges Kapillarnetz erzeugen, bilden dann den *Circulus arteriosus iridis*

minor in der Gegend des *Annulus iridis minor* und enden mit einem feinen Kapillarnetze im *Sphincter pupillae* und am Pupillarrande selbst mit in die Venen sich umbiegenden Schlingen. Die Venen der Iris (Fig. 1364, *e*) liegen der hinteren Irisfläche näher, sind sehr zahlreich und gehen, vielfach anastomosirend und mit den Venen der Ciliarfortsätze verbunden, in die *Venae vorticosae* über. Diese Venen, welche alles Blut des hinteren Theiles der *Chorioidea*, der Iris und der Ciliarfortsätze und das meiste Blut des *Musculus ciliaris* ableiten, bilden in der *Chorioidea* aussen an den *Ciliares posteriores* gelegen die bekannten 4 (seltener 5 oder 6) Hauptsterne, neben denen noch eine wandelbare Zahl kleinerer sich findet und führen dann, indem sie die *Sclera* in der Gegend des Aequators des Auges in sehr schiefer Richtung durchbohren, wobei sie noch Venen dieser Haut aufnehmen, zu 4 (seltener 5 oder 6) Hauptstämmen. — *Venae ciliares longae*, die früher allgemein angenommen wurden, finden sich nicht (*Leber*), und haben wahrscheinlich gewisse Wurzeln der *Vasa vorticosa* zur Annahme solcher Venen Veranlassung gegeben. Ebenso fehlen auch *Venae ciliares posteriores* aus der *Chorioidea* (*Leber*).

Alles zusammengenommen finden sich in der *Tunica vasculosa* zwei Gefässgebiete, eines für die Aderhaut bis zur *Ora serrata*, ein anderes für das *Corpus ciliare* und Iris, welche jedoch nicht ganz getrennt sind, sondern durch arterielle Anastomosen der Ciliararterien und dann dadurch zusammenhängen, dass das meiste Blut durch die *Venae vorticosae* abgeleitet wird. Aber auch mit den benachbarten Gebieten, den Gefässen der *Sclera* und der *Retina* hängen die Gefässe der Aderhaut zusammen und zwar mit den ersteren durch die Venen des Ciliarmuskels und den *Sinus venosus Schlemmi*, mit den letzteren durch die Anastomosen an der Eintrittsstelle des *Opticus*.

Echte Lymphgefässe sind in der Gefässhaut des Auges bisher ebenso wenig nachgewiesen, als in der Faserhaut desselben. Zwar haben *Altmann* und *A. Alexander* (in Arch. f. Anatomie u. Phys. 1889) im *Tapetum* von Hausthieren ein Netzwerk von Hohlräumen, das unterhalb der *Choriocapillaris* gelegen ist, durch Imprägnation dargestellt und als „Lymphkapillaren" erklärt. Da aber der Zusammenhang dieser Netze mit zweifellosen Lymphgefässen nicht nachgewiesen ist, fehlt eine genügende Berechtigung, diese Netze als Lymphkapillaren zu bezeichnen.

Als Lymphspalten werden seit den Untersuchungen *G. Schwalbe's* ziemlich allgemein die Spalten zwischen den Lamellen der *Suprachorioidea* angesehen und da man durch Eintreiben von Injektionsmasse in den Suprachorioidalraum einen Austritt der Injektionsmasse längs der *Venae vorticosae* an die Oberfläche des Bulbus bewirken kann, betrachtete *Schwalbe* diese Wege als perivaskuläre Lymphwege, welche aus dem Perichorioidalraum in den *Tenon*schen Raum führen. Indessen zeigte *F. Langer* (in Sitzb. d. k. Akad. in Wien 99. Bd., III. Abth., S. 395), dass ein perivaskulärer Lymphraum um die *Venae vorticosae* nicht vorhanden ist und nur der Umstand, dass um das ampullenförmig erweiterte Anfangsstück des Stammes der Vene das lamelläre Chorioidalgewebe sich auf eine kurze Strecke trichterförmig in die *Sclera* hineinzieht (*E. Fuchs*), die Ursache ist, dass längs der Wirtelvenen bei stärkerem Injektionsdrucke leicht Masse an die Oberfläche der *Sclera* tritt. Ferner zeigte sich, dass an der Stelle, wo die Wirtelvenen an die äussere Oberfläche des Bulbus treten,

episklerales Bindegewebe und kein spaltförmiger *Tenon*'scher Raum vorhanden ist. Die von *Schwalbe* als Lymphräume in Anspruch genommenen Spaltbildungen in der *Chorioidea* sind in erster Linie vorhanden um die Verschiebbarkeit derselben bei der Accommodation zu ermöglichen. Die Lücken und Spalträume der Iris, sowie die damit in Zusammenhang stehenden Augenkammern, welche mit *Humor aqueus* erfüllt sind, wurden ebenfalls den Lymphräumen zugerechnet. Wie bereits erwähnt wurde, fand *G. Schwalbe* eine Kommunikation des *Sinus venosus sclerae* mit der vorderen Augenkammer und er betrachtet daher diesen als normales Abflussgebiet für das Kammerwasser. Da der *Sinus venosus* venöses Blut enthält, wie *E. Fuchs* auch am Lebenden sehen konnte, müsste angenommen werden, dass durch das die Innenwand des *Schlemm*'schen Kanales deckende Plattenwerk, das mit dem *Ligamentum pectinatum* zusammenhängt, wohl Kammerwasser in den Kanal, nicht aber umgekehrt Blut in die vordere Augenkammer austreten kann und dass dies durch klappenartige Vorrichtungen verhindert wird. Worin diese bestehen, ist unbekannt und es erscheint nicht ausgeschlossen, dass die Regulirung des Abflusses von Kammerwasser nur auf dem Wege der Filtration und Diffusion gegen den Sinus und nicht auf dem Wege des direkten Abflusses geschieht. *Leber* vertritt diese Anschauung und *Staderini* (in Arch. f. Ophthalmol. 37. Bd.) konnte bei seinen sorgfältigen Injektionsversuchen eine Füllung des *Sinus sclerae* von der vorderen Augenkammer aus nicht erzielen und ist der Meinung, dass die gegentheiligen Resultate von *Schwalbe* durch künstlich gebahnte Wege zu erklären seien. Auch die eingehenden, auf fast alle Ordnungen der Wirbelthiere sich erstreckenden Untersuchungen von *H. Lauber* (in Anat. Hefte 18. Bd., S. 371) über die Beziehungen des Iriswinkels zu den Venen ergaben nirgends eine offene Verbindung der vorderen Augenkammer mit den ersteren.

Die Nerven der *Tunica vasculosa* sind zahlreich, und vor allem für den Ciliarkörper und die Iris bestimmt. Es sind die *Nervi ciliares*, die mit 15—18 Stämmchen die *Sclerotica* hinten durchbohren, dann in der äusseren Lage der *Chorioidea* zum Theil in Furchen der *Sclerotica* nach vorn ziehen, und schon vor ihrem Eintritte in den Ciliarmuskel mehrfach gabelig sich spalten. In demselben lösen sie sich in ein reiches und dichtes Ringgeflecht (*Orbiculus gangliosus*) auf, aus dem theils viele Fäden für den genannten Muskel und die Hornhaut, theils die eigentlichen Irisnerven hervorgehen. Eingehendere Mittheilungen über die Nervenendigungen im Ciliarkörper verdanken wir *Agababow* und *Arnstein* (in Anat. Anz. 8. Jahrg. S. 555). Diesen zufolge findet sich 1. ein äusserst feines „Endgitter“ auf der äusseren Oberfläche des Ciliarkörpers nahe an der *Sclera*, 2. zahlreiche „Endbäumchen“ in verschiedenen Tiefen in den Maschen zwischen den Bündeln des Ciliarmuskels. Diese mit markhaltigen Fasern in Verbindung stehenden Endapparate sind offenbar sensible und stehen die Endbäumchen wahrscheinlich mit der Zusammenziehung des Ciliarmuskels in reflektorischer Beziehung. Ausser diesen sensiblen Apparaten finden sich 3. feine Endgeflechte markloser Fäserchen, welche auf den Muskelbündelchen und zwischen den Zellen derselben, diese umspinnend frei auslaufen und als motorische Endfäserchen anzusehen sind, 4. die Gefässe umspinnende Geflechte, welche wohl wie anderwärts theils sensible, theils motorische Endfäserchen abgeben. Die Befunde beziehen sich vorzüglich auf albinotische

Katzenaugen; doch konnten die genannten Autoren auch am menschlichen Auge Endbäumchen und motorische Nervenenden und überdies noch andere Nervenendorgane, die körnig erscheinen und erst bei stärkster Vergrösserung als „Netzplatten" sich darstellen, wahrnehmen. Dagegen konnte das subsklerale Nervengitter nicht wahrgenommen werden. Eine ausführlichere Darstellung der Nervenendigungen in der *Chorioidea* gab *Agababow* später (Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 14) und ebenso *Bietti* (Ann. d. Ottalm. An. 26). Die Nerven der Iris verlaufen mit den Blutgefässen unter zahlreichen Theilungen und namentlich im *Annulus minor* gelegenen Netzbildungen bis zum Pupillarrande. Aus diesem Plexus dunkelrandiger Nerven, deren Elemente in den Stämmen 4,5—9 μ, in der Iris nur noch 2,2—4,5 μ messen, gehen nach *J. Arnold* allerwärts blasse marklose Fasern hervor, die ebenfalls anastomosiren und schliesslich im *Sphincter pupillae* und an der vorderen und hinteren Irisfläche überhaupt mit einem Netze feinster Fäserchen von nur 1,3—1,8 μ enden. Wie später *And. Meyer* (in Arch. f. mikr. Anat. 17. Bd.) fand, verlaufen die markhaltigen Fasern zum Theil in der hinteren Lage der Gefässschicht unter spiraligen Drehungen rein radiär. Die Endigung der Nerven im *Sphincter pupillae* verhält sich wie in anderen glatten Muskeln. Reichlich sind die Nervenendgeflechte um die Gefässe, auch um die Kapillaren. An der vorderen Irisfläche, dicht unter dem Endothel, fand *A. Meyer* ein feinstes Endgeflecht variköser Fäserchen. An der hinteren Irisfläche fand *A. Meyer* nur spärliche Nerven im Bereiche des *Dilator*, was ihm gegen dessen muskulöse Natur zu sprechen schien, während umgekehrt *G. Retzius* gerade in der Art der Nervenendigung einen Wahrscheinlichkeitsgrund für die Annahme fand, dass es sich um Muskelfasern handelt (siehe unten).



Fig. 1365.

Ganglienzellen scheinen in der Iris der Säugethiere und des Menschen zu fehlen, wenigstens konnten neuere Untersucher, insbesondere *Retzius* sowie *Andogsky* und *Agababow* (letztere beim Kaninchen), die speziell danach suchten, niemals solche finden. An den Zweigen des Nervenplexus im Ciliarmuskel fand dagegen *H. Müller* die schon von *Krause* dem Aelteren gesehenen Ganglienzellen wieder auf, die später auch *W. Krause* und in neuerer Zeit *Andogsky* und *Bardelli* bestätigten. Nach den Erfahrungen von *Müller* messen diese Zellen 15—24 μ und besitzen Fortsätze, deren Zahl einige Mal zwei, selbst drei zu sein schien, die jedoch nicht unzweifelhaft in dunkelrandige Nerven verfolgt werden konnten. — Auch in der *Chorioidea* des Menschen hat *H. Müller* Nerven mit Bestimmtheit nachgewiesen, in Betreff

Fig. 1365. Nerven der Irishälfte eines weissen Kaninchen, nach Behandlung mit Natron, 5 mal vergr. Die Nerven bei stärkerer Vergrösserung eingezeichnet. *a Nervi ciliares*; *b* Verbindungen derselben am Rande der Iris; *c* stärkere bogenförmige Verbindungen derselben in der Iris; *c'* feinere Netze derselben in den inneren Theilen; *d* Endigungen von einzelnen Nervenfäden in den äusseren Theilen der Iris; *e Sphincter pupillae*.

welcher ebenfalls schon ältere, aber zweifelhafte Angaben vorlagen. Nach *Müller* geben die Ciliarnerven in ihrem Verlaufe zum Ciliarmuskel eines oder mehrere Stämmchen ab, welche in die *Chorioidea* treten und in dieser theils mehr oberflächlich, theils tiefer zwischen den Chorioidealgefässen ein besonders in der hinteren Hälfte des Auges nachweisbares zartes Netzwerk erzeugen, dessen Stämmchen theils dunkelrandige, theils blasse Primitivfasern enthalten und das höchst wahrscheinlich die Muskeln der *Chorioidea* und ihrer Gefässe versieht. In den Stämmchen der Ciliarnerven und in dem Netze selbst finden sich ebenfalls Ganglienzellen und kleine Ganglien, und lassen die Zellen hier mindestens Einen Fortsatz deutlich erkennen, während bei vielen ein zweiter höchst wahrscheinlich ist. Einmal sah *Müller* drei Fortsätze, einmal zwei verbundene Zellen und Eine Zelle mit zwei Kernen. *Schweigger*, der diese Ganglienzellen gemeinschaftlich mit *Müller* auffand, und *Sämisch* (l. c. S. 26 und Tab. II. Fig. 2, 3) haben die Nervennetze der *Chorioidea* bestätigt und auch *Koelliker* kann nach Ansicht der *Müller*'schen Präparate für dieselben einstehen.

Das *Stroma* der *Chorioidea* fasst *Koelliker* als eine Bindesubstanz auf, deren zum Theil pigmentirte Zellen sehr zahlreich sind, und deren Grundsubstanz beim Menschen mehr gleichartig ist und chemisch mehr die Eigenschaften des elastischen Gewebes zu besitzen scheint, während dieselbe bei Thieren gewöhnliches Bindegewebe ist, welches jedoch nach *H. Müller* beim Menschen in der Nachbarschaft der Gefässe auch vorkommt. Im *Musculus ciliaris* findet sich nach *H. Müller* gewöhnliches Bindegewebe in grösserer Menge, und hier fand dieser Forscher auch eigenthümliche scheibenförmige Körper in demselben, in Betreff welcher Bildungen, die auch zweimal an den Gefässen der *Retina* in sehr sonderbarer Form als äussere Anhänge der Gefässe vorkamen, auf die betreffende Abhandlung verwiesen sei. Reichlicheres Bindegewebe findet sich in den Ciliarfortsätzen. Die *Chorioidea* der Thiere zeigt viele Besonderheiten, von welchen hier nur der bei manchen Säugethieren im Augenhintergrunde vorkommenden pigmentlosen Stellen, welche lebhaft metallisch irisiren und als *Tapetum* bezeichnet werden, gedacht sein mag. Wie *Brücke* zeigte, sind diese *Tapeta lucida* nicht überall von demselben Baue. Bei den Wiederkäuern, beim Pferde, Elephanten und bei Cetaceen und Beutelthieren findet sich ein *Tapetum fibrosum*, das aus dicht aneinander gedrängten welligen Bindegewebsfibrillen besteht, die nach aussen von der *Choriocapillaris* ihre Lage haben. Bei den Raubthieren und Robben findet sich ein *Tapetum cellulosum*, das aus 5—6 Lagen platter, endothelartiger Zellen besteht, die reihenweis angeordnete Krystallnadeln einer farblosen Substanz enthalten.

An den dunkelrandigen Nervenfasern des Ciliargeflechtes fand *H. Müller* eigenthümliche Knötchen, von denen jedes wie einen in der Primitivfaser gelegenen zellenartigen Körper mit Kern zeigte. Aehnliche kernhaltige Anschwellungen beobachtete *Müller* auch an den blassen Fasern des Chorioidealnetzes in einem kranken Auge, und in Knotenpunkten des Netzes kamen zugleich zahlreiche Haufen von Kernen vor, was *Müller* Gelegenheit giebt, die Frage aufzuwerfen, ob hier nicht vielleicht Neubildungen und Wucherungen von Ganglienzellen vorlagen. Die erste Form der Anschwellungen im Ciliargeflechte beobachtete auch *W. Krause* (Anat. Unters. 93, Tab. II, Fig. 4) und erklärt er die Anschwellungen entschieden für Ganglienzellen, die er die „*Müller*'schen" nennt. Da die fraglichen Gebilde jedoch, wie *Müller* und *Krause* übereinstimmend fanden, nicht mit dem Achsencylinder zusammenhängen, wie sonst die bipolaren Ganglienzellen im Verlaufe dunkelrandiger Fasern, so erscheint diese Deutung doch wohl als etwas gewagt, und hat auch *Müller* nicht bestimmt für dieselbe sich ausgesprochen. — Theilungen der Primitivfasern der *Tunica vasculosa* sind von *Koelliker* und *A. Meyer* in der Iris des Kaninchens, von *H. Müller* vielfach in der *Chorioidea* und im *Musculus ciliaris* des Menschen gesehen.

An den Arterien der *Chorioidea* liegen nach *Müller* die Muskelzellen der Media oft so, dass sie mit ihren kernhaltigen Theilen ohne Ausnahme die Seiten der

Gefässe einnehmen, und nur mit ihren Enden die äusseren und inneren Flächen derselben bedecken, was auf den ersten Blick den Anschein giebt, als ob die *Muscularis* ganz fehlte. In den Wänden der Ciliararterien fand derselbe Forscher nicht selten knorpelzellenartige, helle Zellen. — Nach *J. Arnold* haben die Gefässe der Iris bis zu den Kapillaren herab auffallend dicke Wände. Dies kommt jedoch fast nur auf Rechnung der äusseren Faserhaut, während die Muskulatur sehr schwach entwickelt ist.

An der Eintrittsstelle des Sehnerven geht nach *H. Müller* die innerste Schicht der *Chorioidea* in einen dünnen Ring von Fasern von der Art der elastischen über. Nach demselben Forscher finden sich in der *Lamina cribrosa* ausnahmsweise sternförmige Pigmentzellen vor, die selbst noch weiter in den Anfang der Opticusstrahlung sich hineinziehen können. — Die pathologischen Veränderungen der Gefässhaut untersuchten zuerst *Donders* und vor allem *H. Müller* (Arch. f. Ophthalm. 2, 2). Am wichtigsten sind drusige Auswüchse, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, von der Glashaut der *Chorioidea* ausgehen, das Pigment verdrängen und einen Druck auf die Netzhaut ausüben, Bildungen, die *Donders* fälschlich für umgewandelte Pigmentzellen genommen hatte. Der *Müller*'sche Ringmuskel ist bald nach *H. Müller* auch von *Rouget* beschrieben worden, und später hat ihn auch *Arlt* gesehen. *Van Reeken* dagegen hatte den Muskel übersehen, doch ist derselbe später von einem anderen Schüler von *Donders* bestätigt worden. *Iwanoff* (in *Stricker*'s Handb.) fand, dass der *Müller*'sche Ringmuskel grosse individuelle Verschiedenheiten zeigt und manchmal, namentlich bei Myopen, ganz fehlt, dagegen in anderen Fällen, oft bei Hypermetropen, übermässig entwickelt ist. *F. Merkel* und *A. W. Orr*, ebenso *O. Lange* fanden später solche Variationen bereits bei neugebornen Kindern.

Der nun mehr als ein halbes Jahrhundert dauernde Streit, ob ein *Dilatator pupillae* vorhanden ist oder nicht, darf endlich als im positiven Sinne entschieden gelten. Nachdem schon *Valentin*, *Brücke* und *Koelliker* für die Existenz eines Dilatator eingetreten waren und *Koelliker* gezeigt hatte, dass beim Kaninchen die Iris nach Ausscheidung des Sphinkter, sowohl bei direkter elektrischer Reizung, als vom Halssympathicus aus sich aktiv zusammenzieht und das Sehloch erweitert (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 6. Bd., S. 143), so blieb doch der anatomische Nachweis des Dilatator lange Zeit unsicher. Die von *Koelliker* beim Kaninchen bereits in dessen mikroskop. Anatomie (aus welcher die hier wiedergegebene Fig. 1362 entnommen ist) nachgewiesenen radiären, vom Sphinkter abzweigenden Muskelbündel liessen sich in dieser Weise beim Menschen nicht wiederfinden und viele Autoren, wie *Grünhagen*, *Schwalbe*, *Eversbusch*, *Grunert*, *Heerfordt* u. A. betrachten die bei Thieren aus dem Sphinkter abzweigenden Radiarfäsern als Theile des Sphinkter, die bei der Zusammenziehung und nicht bei der Erweiterung der Pupille betheiligt sind. So drängten namentlich die Befunde beim Menschen zu dem Schlusse, dass, wenn überhaupt ein *Dilatator pupillae* vorhanden ist, dieser nur in der von *Bruch* beschriebenen Grenzschichte, wie dies *Henle* (1866) zuerst behauptete, zu suchen sei. Diese hintere Grenzschicht — der Lage nach eine Fortsetzung der Glashaut der *Chorioidea* und von *Koelliker* in älterer Zeit als solche erklärt — zeigt nun Struktureigenthümlichkeiten, welche es begreiflich machen, dass die muskulöse Natur derselben vielfach bestritten wurde. *Grünhagen*, dem *Schwalbe* und viele andere gefolgt sind, erklärt die hintere Grenzschichte als eine Lage elastischer Fasern, *Koganei*, *E. Fuchs* und *Retterer* hielten wenigstens die muskulöse Natur für ausgeschlossen. Dazu schien insbesondere die Thatsache zu berechtigen, dass die Zellkerne nicht in der Faserschicht selbst sich finden, sondern sammt und sonders der hinteren Fläche der Fasern anliegen. *G. Retzius*, welcher eine sehr sorgfältige Darstellung der eigenthümlichen Faserlage gab, hält die muskulöse Natur der Fasern für wahrscheinlich, worin er durch das Verhalten der Nerven bestärkt wird; giebt aber zu, dass die hintere Grenzschicht der Iris von dem Baue gewöhnlicher glatter Muskeln wesentlich abweiche. Erst die neuesten Untersuchungen von *Vialleton* und *Grynfeltt* einerseits und die davon unabhängigen von *Heerfordt* (Anat. Hefte 14. Bd.) andererseits, ergaben durch vergleichende Untersuchung von Augen mit künstlich verengten oder erweiterten Pupillen und mit verschiedenen Färbemethoden, dass die Fäserchen der hinteren Grenzschicht in allem mit kontraktilen Fibrillen übereinstimmen und dass dieselben auf Kosten der Zellen der äusseren Lamelle der *Pars iridica retinae* sich bilden, wodurch das eigenartige Verhalten dieser Muskellage begreiflich wird. Was die Endigung der

Dilatatorfasern anlangt, so sieht man an gutgefärbten radiären Irisschnitten ganz zweifellos, dass dieselben nicht weiter, als bis zum Ciliarrande der Iris (Fig. 1349, *G*) reichen. Dass sie dort in cirkuläre Richtung umbiegen, wie *Grunert* und *Heerfordt* angeben, konnte ich nicht deutlich sehen. Am Pupillarrande ist das Ende der Dilatatorfasern viel weniger leicht festzustellen. Jedenfalls erreichen sie den eigentlichen Pupillarrand nicht mehr und verlieren sich noch im Bereiche des Sphinkter, doch kann man hinter dem oberen Rand des Sphinkter Dilatatorfasern noch deutlich von diesem getrennt wahrnehmen. Bei Thieren scheint es an radiären Irisdurchschnitten öfter, als ob die Dilatatorfasern in mehreren Schichten lägen, während sie beim Menschen eine einfache Lage darstellen. Fertigt man paratangentiale Querschnitte durch die Iris an, so zeigt sich, dass die Hinterfläche der Iris bei Thieren, z. B. Kaninchen, mit radiären Furchen versehen ist, die sich gegen den Ciliarrand vertiefen und sogar noch vor den Ciliarfortsätzen in Blindsäcke auslaufen. Fällt ein Radiärschnitt längs der Wand einer Furche, muss natürlich die Dilatatorschicht verdickt erscheinen. Im tiefsten Theil der Furche ist aber in der That, wie die Querschnitte zeigen, eine Verdickung des Dilatator vorhanden, welche besonders beim Seehunde zur Bildung von förmlichen, mehrfach zerspaltenen Muskelleisten führt — wie *Heerfordt* abbildet —, welche als Verstärkungen des im Ganzen membranösen Dilatator dienen. Solche abgeschnürte Leisten kommen beim Menschen nicht vor, da die Längsfurchen an der hinteren Irisfläche sehr seicht (siehe den Querschnitt Fig. 1416), kaum angedeutet sind. Von den Leistenbildungen am Grunde der Irisfurchen zur Ablösung von im Irisstroma gelegenen Radiärbündeln, wie sie *Koelliker* ursprünglich als Dilatator beim Kaninchen beschrieb, wäre es dann nach der Auffassung von *Rioichi Miyake* nur ein weiterer Schritt. Den Uebergang von Dilatatorbündeln in das Irisstroma und den Sphinkter glaube ich nach dem, was ich an gutgefärbten Schnitten beim Menschen sehe, ebenso bestimmt annehmen zu sollen, wie *Miyake*. — Nach *M. Nussbaum* (in Handb. d. Augenhlkd. von *Graefe-Saemisch* II. Aufl. II. Bd.) soll auch der *Sphincter pupillae* aus der *Pars iridica retinae* und zwar aus deren Umschlagsrand sich entwickeln, was von *A. Szili* (in Anat. Anz. 20. Bd., S. 161) für den Menschen bestätigt wird.

Wie *E. Steinach* zeigte (in *Pflüger*'s Arch. 52. Bd.), übt das Licht auf den *Sphincter pupillae* des Aal- und Froschauges eine direkt pupillenverengernde Wirkung, die wie später *E. Guth* (Ebenda 85. Bd.) überzeugend nachwies, als direkte Muskelerregung und nicht als ein durch die Nerven der Iris bedingter Reflexvorgang betrachtet werden kann, da es ihm gelang, auch isolirte Bündelchen von 10—15 Muskelfasern durch Belichtung zur Kontraktion zu bringen. Bei dieser direkten Muskelerregung scheint das zwischen den Fasern befindliche Pigment von wesentlicher Bedeutung zu sein. — Bezüglich der eigenartigen Verhältnisse der Binnenmuskeln des Auges bei Vögeln, welche abgesehen von dem quergestreiften *Crampton*'schen Muskel, der zwischen Cornealrand und *Sclera* sich ausspannt, noch einen glatten Ciliarmuskel besitzen und in der Iris nebst dem Sphinkter einen quergestreiften von *Koelliker* und *H. Müller* zuerst beschriebenen Dilatator haben, sowie der Muskeln bei den niederen Wirbelthieren muss auf die vergleichend-anatomischen Handbücher, auf das Handbuch der Augenheilkunde von *Graefe-Saemisch*, und was die Muskeln betrifft, welche die Accommodation bewirken, auf *Th. Beer* (in *Pflüger*'s Arch. 53. Bd. [Vögel] und 58. Bd. [Fische]) verwiesen werden.

§ 334.

Vom Sehnerven und von der Netzhaut im Allgemeinen.

Der Augapfel entwickelt sich in innigem Zusammenhange mit dem Gehirne und das die Lichtempfindungen vermittelnde Organ, die Netzhaut mit dem Sehnerven stellt, im Gegensatze zu den anderen Sinnesorganen, einen Theil des Gehirnes selbst dar, zu welchem die Faserhaut und Gefässhaut des Augapfels, sowie die Scheiden des Sehnerven in analoge Beziehungen treten, wie die Hirnhäute zum Gehirne. Man kann daher die Netzhaut mit dem Sehnerven auch als Sehhirn (*Ophthalmencephalon*, *G. Schwalbe*) bezeichnen. Ursprünglich

eine rundliche Blase darstellend (primäre Augenblase), welche mit dem späteren dritten Hirnventrikel in weit offener Verbindung steht, verliert diese bald ihren mit den Hirnhöhlen in Zusammenhang stehenden Hohlraum, indem die Blase von aussen und von unten sich einstülpt. Dadurch entsteht aus der primären Augenblase ein doppelwandiger Becher, die sekundäre Augenblase, welche einen



Fig. 1366.

neu gebildeten zur Aufnahme der Linse und des Glaskörpers bestimmten, nach aussen offenen Hohlraum umgiebt, während der ursprüngliche einer Hirnhöhle entsprechende Raum der primären Augenblase zur Berührungsfläche der beiden Blätter der sekundären Augenblase geworden ist, welche in den anfänglich noch

Fig. 1366. Meridionalschnitt des Auges von einem 6 mm langen Fledermaus-embryo (*Vespertilio mystacinus*). Pikrinsublimat, Hämat., Eosin. Vergr. 325. *E* Epiblast; *L* Linsenbläschen (nur skizzirt); *M* Mesoblast; *a* äusseres (Pigmentblatt), *i* inneres Blatt der sekundären Augenblase (*Retina*); *ah Arteria hyaloidea*; *f* erste Sehnervenfasern; *g* Gefässe der sich entwickelnden *Membr. capsulo-pupillaris*; *h* Hohlraum des Augenblasenstieles; *m* Mitosen; p Rest des Hohlraumes der primären Augenblase.

hohlen Verbindungstheil der sekundären Augenblase mit dem Gehirn, den Augenstiel oder die Sehnervenanlage übergeht (Fig. 1366, *h*). Die sekundäre Augenblase hat zunächst die Form einer gekrümmten Platte oder eines Löffels mit vorderem geradem Rande, dessen Stiel die Sehnervenanlage darstellt. Der Rand des Löffels wird durch den Umschlag des äusseren in das innere Blatt der sekundären Augenblase gebildet. Die weite Verbindung des Hohlraumes der löffelförmigen sekundären Augenblase mit der Umgebung, durch welche die Linse und die Blutgefässe in die sekundäre Augenblase gelangen, wird in ihrer Fortsetzung auf den Augenstiel Augenblasenspalte genannt. Die Ränder der Augenblasenspalte verwachsen zunächst vorne, wo das äussere Blatt der sekundären Augenblase in das innere sich umschlägt, nach vorausgehender seitlicher Berührung. Von dort schreitet die Verwachsung nach rückwärts gegen den Augenstiel vor und so wird die Augenblasenspalte immer mehr verengt, bis schliesslich von derselben nichts mehr übrig bleibt, als die Lücke der Netzhaut, welche von der Eintrittsstelle des Sehnerven (*Papilla nervi optici*) ausgefüllt wird. Durch den Verwachsungsprozess der Augenblasenspalte wird die Retinaanlage aus der Löffelform in die Becherform übergeführt. Der Stiel des Bechers, die Sehnervenanlage wird dadurch zum Sehnerven, dass die ursprünglichen Elemente der hohlen Röhre von epithelartigem Charakter, welche sich alle in Gliazellen umwandeln, allmählich verwachsen und die Lichtung der Röhre zum Verschwinden bringen, während gleichzeitig und zunächst an der äusseren Oberfläche ein Neurospongium entsteht, durch dessen Maschen die Opticusfasern hindurchwachsen, die theils von der *Retina* kommend durch die Augenblasenspalte centralwärts vordringen (Fig. 1366, *f*), theils (und zwar später) vom Gehirne centrifugal in die *Retina* gelangen. Der embryonale Augenstiel dient also nur als Gliagerüste und Leitgebilde für die Sehnervenfasern, ohne selbst solche zu bilden. Nach erfolgtem Schlusse der Augenblasenspalte und Ausbildung der Anlagen für die einzelnen Abtheilungen der Netzhaut, kann man einen hinteren verdickten Theil derselben, der die Sehempfindungen vermittelt, als *Pars optica retinae* von einem vorderen dünneren Theil unterscheiden, dessen Grenze durch die *Ora serrata r.* gegeben ist. Das äussere Blatt der *Pars optica* wird zu einem einschichtigen Pigmentepithel, während das innere Blatt sehr verwickelte Umbildungen erfährt. Der vor der *Ora serrata* gelegene Theil der *Retina* (*Pars caeca, C. Rabl*) zerfällt in die *Pars ciliaris* und *Pars iridica*, an welcher letzteren am Pupillarrande der Umschlagsrand des inneren in das äussere Blatt der sekundären Augenblase sich befindet. *Pars ciliaris* und *Pars iridica retinae* haben bereits im Vorhergehenden (S. 798 u. 800) ihre Besprechung gefunden; es ist daher hier nur der lichtempfindende Theil der *Retina* bis zur *Ora serrata* sammt Sehnerv abzuhandeln.

Der Sehnerv (*N. opticus*) wird bis zu seinem Eintritte in den Augapfel, wie ein Gehirntheil von den Gehirnhäuten umhüllt und man kann daher an demselben eine Dural-, eine Arachnoideal- und eine Pialscheide, sowie zwischen diesen einen Subdural- und einen Subarachnoidealraum unterscheiden. Die Duralscheide ist im Bereiche des *Foramen opticum* fest mit dem Knochen verwachsen. Sie besteht aus derben fibrösen Bündeln mit ziemlich reichlichen, feinen, elastischen Fasernetzen. Die Faserung verläuft an der äusseren Oberfläche hauptsächlich longitudinal in der Richtung des Sehnerven, geht aber

nach innen in eine mehr cirkuläre Richtung über. Doch verschwinden diese cirkulären Bündel nach vorne allmählich und 6—7 mm vom Bulbus entfernt besteht die Duralscheide nur mehr aus longitudinalen Faserzügen, welche eine blätterige Anordnung annehmen, wodurch grössere Spalten entstehen, während sonst, abgesehen von den Gefässen und Nerven, nur relativ enge Spalten, in welchen platte Bindegewebszellen liegen, vorhanden sind. An der Eintrittsstelle des Sehnerven geht die Duralscheide direkt in die Bündel der *Sclera* über. Die Innenseite der Duralscheide ist wie der ganze Subdural- und Subarachnoidalraum von platten Endothelzellen ausgekleidet.

Die Arachnoidealscheide, von *Axel Key* und *G. Retzius* zuerst nachgewiesen, ist ein sehr dünnes Häutchen vom Baue der *Arachnoidea* des Gehirnes und steht einerseits durch kurze, dicke, unverästelte Bälkchen mit der Duralscheide und mit zarteren, verästelten, netzartig angeordneten Bälkchen mit der Pialscheide in Verbindung. Die Pialscheide liegt, wie die Pia dem Gehirn, dem Sehnerven dicht an und sendet zahlreiche Fortsetzungen in das Innere desselben, wodurch der Sehnerv in viele Bündel getheilt wird. Mit dem Bindegewebe der Pia gelangen auch reichliche Blutgefässe in das Innere des Sehnerven und an der Eintrittsstelle der *Arteria* und *Vena centralis retinae* dringt eine stärkere Bindegewebsumhüllung der Gefässe in die Achse des Sehnerven und bildet weiterhin einen centralen Bindegewebsstrang um die Gefässe. Der intervaginale Raum, unter welchem Namen der Subdural- und Subarachnoidalraum zusammengefasst werden, dringt an der Eintrittsstelle des Sehnerven in die *Sclera* ein und endet am inneren Drittel der *Sclera* blind, entweder zugespitzt, oder abgerundet, oder auch schlitzartig nach aussen parallel der Sclerafläche vordringend (Fig. 1367). Am blinden Ende des vaginalen Raumes verflechten sich die Bündel der *Arachnoidea* und Pia mit jenen der *Sclera*; ein Theil der Piascheide erreicht aber noch die *Chorioidea*.

Der Sehnerv besteht aus zahlreichen, etwa 800 (*Schwalbe*) Bündelchen, welche jedoch nicht — jedes für sich — wie die Bündel eines Spinalnerven — von besonderen Perineuralscheiden und zwischen diesen befindlichem Epineurium umhüllt werden, sondern nur durch einfache von der Pia ausgehende, zum Theil unvollständige Bindegewebssepten von einander gesondert werden. Ferner fehlt den Bündeln vollständig ein aus leimgebendem Bindegewebe bestehendes Endoneurium, an dessen Stelle, wie in den weissen Markmassen des Centralnervensystems, ein Geflecht von Gliafasern mit eingelagerten Gliazellen (vergl. II. Bd. S. 144) vorhanden ist. An der Oberfläche der Bündel und unter der Pialscheide bilden die Gliafäserchen dünne netzartige Lagen, welche der oberflächlichen Glialage des Rückenmarkes zu vergleichen sind. Die Nervenfasern des Sehnerven sind feine markhaltige Fasern von durchschnittlich 2 μ Dicke, welchen nur spärliche dickere von 5—10 μ beigemischt sind. Sie entbehren wie jene des Gehirnes und des Rückenmarkes, der *Schwann*'schen Scheide und weisen in ihrem Baue alle Charaktere von markhaltigen Fasern des Centralnervensystems auf. Die Zahl der Nervenfasern des Sehnerven ist schwer zu bestimmen; *Salzer* fand an Osmiumpräparaten ungefähr 500 000, *W. Krause* mindestens 400 000 stärkere und zwischen diesen vielleicht noch ebenso viele allerfeinste Fäserchen. An der Stelle, wo der Sehnerv die Augenhäute durchbricht, verschmälert er sich plötzlich auf ungefähr die Hälfte seines Durchmessers

von 3 mm auf etwa 1,5 mm. Die engste Stelle der Verschmälerung fällt in der Regel in die Gegend der Glashaut der *Chorioidea* oder in das Niveau der Netzhaut selbst. Diese plötzliche Verschmälerung ist, abgesehen von dem Verschwinden des fibrillären Bindegewebes an dieser Stelle, hauptsächlich dadurch bedingt, dass in ihr die Nervenfasern ihre Markscheiden verlieren, um als marklose Fäserchen die Netzhaut zu durchbrechen und nun auf der Innenfläche derselben nach allen Seiten sich auszubreiten. Die Durchtrittsstelle erscheint, von der Innenfläche der Netzhaut gesehen, beim Menschen als meist kreisrunder, weisslicher Fleck und wird als ***Papilla optici*** bezeichnet. Die Mitte der Papille, aus welcher die Centralgefässe der *Retina* herauskommen, erscheint mehr oder weniger, meist trichterförmig vertieft und diese Vertiefung wird physiologische Exkavation genannt. An der Durchtrittsstelle des Sehnerven durch die *Sclera* und *Chorioidea* ziehen zahlreiche Bindegewebsbündel und elastische Fasern aus diesen Häuten quer zwischen den Nervenfaserbündeln hindurch und vereinigen sich mit dem die *Vasa centralia retinae* umhüllenden Bindegewebsstrang und den Piasepten. Die Gesammtheit dieser Bündel erscheint nach der Maceration der Nervenfaserbündel in der Flächenansicht wie eine siebförmige Platte (***Lamina cribrosa***). Die siebförmige Platte kann als aus einem skleralen und einem nach innen davon gelegenen chorioidalen Antheil bestehend betrachtet werden, ohne dass diese Antheile jedoch scharf gesondert wären. Die Pialscheide des Sehnerven lässt sich, nachdem sie sich theilweise bereits in die *Sclera* verloren hat, mit einem Antheile noch bis in die *Chorioidea* verfolgen, um dann mit dieser die innerste Lage der siebförmigen Platte zu bilden, mit welcher das eigentliche Bindegewebe des Sehnerven sein Ende findet. Die

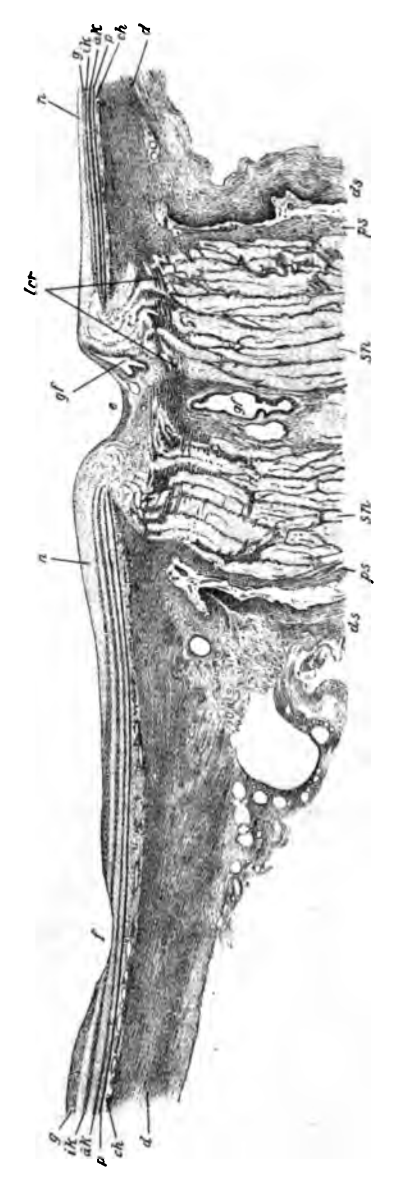


Fig. 1367.

Fig. 1367. Senkrechter Durchschnitt durch die Eintrittsstelle des Sehnerven und **die** ***Fovea centralis retinae***. *Kultschitzky*'s Flüss., Hämatox., Eosin. Vergr. 17. *äk* Aeussere **Körnerschicht**; *ch Chorioidea*; *d Sclera*; *ds* Durascheide des Sehnerven; *e* physiologische **Exkavation**; *f Fovea centralis retinae*; *g* Ganglienzellenschicht; *gf* Blutgefässe; *ik* innere **Körnerschicht**; *lcr Lamina cribrosa*; *n* Nervenfaserschicht; *p* Pigmentschicht der *Retina*; *ps* **Piascheide des Sehnerven**; *sn* Sehnervenbündel.

von der *Chorioidea* kommenden Bündel der siebförmigen Platte sind zarter, als die im Bereiche der *Sclera* gelegenen und treten daher bei schwacher Vergrösserung (Fig. 1367) nicht deutlich hervor. Von der Durchbruchsstelle der *Chorioidea* angefangen sind die nun marklosen Sehnervenbündelchen nur mehr durch Gliascheidewände von einander gesondert und das spärliche leimgebende Bindegewebe beschränkt sich auf die *Adventitia* der grösseren Gefässe. Die Eintrittsstelle des Sehnerven zeigt mannigfaltige Variationen und ist sehr oft nicht ringsum symmetrisch, indem häufig die physiologische Exkavation excentrisch, nach der Seite verschoben, und der äussere Contour der Umbiegung der Sehnervenfasern in die *Retina* am senkrechten Durchschnitte nicht wie ein scharfer Sporn (siehe Fig. 1367), sondern, an der lateralen Seite, wie ein stumpfes Knie erscheint. Die Pigmentzellen der *Chorioidea* reichen oft dicht bis an den Sehnerven, während sie in anderen Fällen in grösserer oder geringerer Entfernung von demselben bereits fehlen. Die Variationen des Sehnerveneintrittes sind für die klinische Ophthalmoskopie von Wichtigkeit und wurden insbesondere von *A. Elschnig* (in Denkschr. d. math.-naturw. Klasse d. k. Akad. in Wien 70. Bd. 1900) eingehend monographisch, in ihren Haupttypen in den „Augenärztlichen Unterrichtstafeln“ (herausgeg. von *v. Magnus*, 16. Heft) dargestellt.

Die Netzhaut ist in ihrem optischen Theile eine zarte, frisch fast vollkommen durchsichtige, nach dem Tode bald sich trübende und dann weissliche und undurchsichtige Haut, welche um die Eintrittsstelle des Sehnerven eine Dicke von 0,4 mm besitzt, in geringer Entfernung von diesem auf 0,2 mm sich verdünnt, in einer Entfernung von 18 mm vom Sehnerven noch 0,146 mm und an der *Ora serrata* nur mehr 0,09 mm dick ist. Die Netzhaut zeigt ganz frisch eine purpurrothe Farbe, welche jedoch am Lichte rasch verschwindet (*Boll, Kühne*). Besondere Verhältnisse zeigt die im hinteren Pole des Augapfels befindliche Netzhautstelle, welche ungefähr 4 mm lateral von der Sehnervenpapille ihre Lage hat und als *Fovea centralis retinae* bezeichnet wird. Sie ist von kreisrunder, manchmal von quer ovaler Form, in der Regel von etwas grösserem, seltener von kleinerem Durchmesser als die Sehnervenpapille (*Dimmer*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der *Macula lutea* des Menschen, Leipzig und Wien 1894) und durch eine gelbe, viel lichtbeständigere Farbe, als das Roth der übrigen Netzhaut ausgezeichnet. Wegen dieser gelben Färbung wird das Gebiet der *Fovea* als gelber Fleck (*Macula lutea*) bezeichnet. Während am Rande der *Fovea* die Netzhaut eine Dicke von 0,275—0,41 mm an der medialen und von 0,22—0,35 mm an der lateralen Seite besitzt (*Dimmer*), sinkt diese Dicke in der Mitte der *Fovea* auf etwa 0,1 mm. Aehnlich wie die Hirnrinde zeigt die Netzhaut an senkrechten Durchschnitten eine deutliche Schichtung, welche, seit den Untersuchungen *H. Müller*'s und *Koelliker*'s in ihren wesentlichen Punkten festgestellt (Fig. 1368), seitdem vielfache Veränderungen in der Namengebung erfahren hat. Nach den Grundsätzen wissenschaftlicher Namengebung glaube ich im Folgenden die von *H. Müller* herrührende Bezeichnung der Schichten mit *Koelliker* und *Max Schultze* im Wesentlichen beibehalten zu sollen unter Hinzufügung der erst von *Henle* besonders unterschiedenen äusseren Faserschicht, wodurch *H. Müller*'s Zwischenkörnerschicht in die unten mit 5 und 6 bezeichneten Lagen zerfällt, ferner der von *Max Schultze* entdeckten *Membrana limitans externa* und des von den

älteren Autoren zur *Chorioidea* gerechneten Pigmentepithels. Es ergeben sich dann im Ganzen elf Schichten (Fig. 1369), welche von aussen nach innen sich folgend, bezeichnet werden:

1. Pigmentschicht (Fig. 1369, *p*).
2. Stäbchen- und Zapfenschicht (*sz*).
3. Aeussere Grenzmembran (*Membrana limitans externa*) (*le*).
4. Aeussere Körnerschicht (*äk*).
5. Aeussere (*Henle*'sche) Faserschicht (*f*).
6. Aeussere feinkörnige Schicht (*ä*).
7. Innere Körnerschicht (*ik*).
8. Innere feinkörnige Schicht (*i*).
9. Ganglienzellenschicht (*g*).
10. Nervenfaserschicht (*n*).
11. Innere Grenzmembran (*M. limitans interna*).

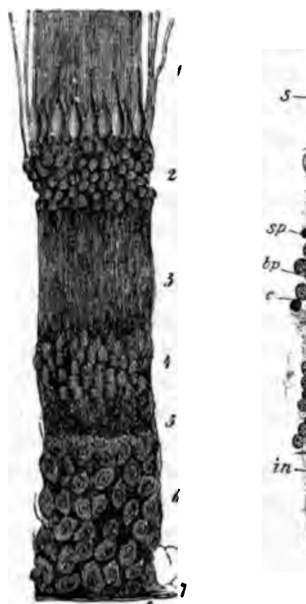


Fig. 1368.

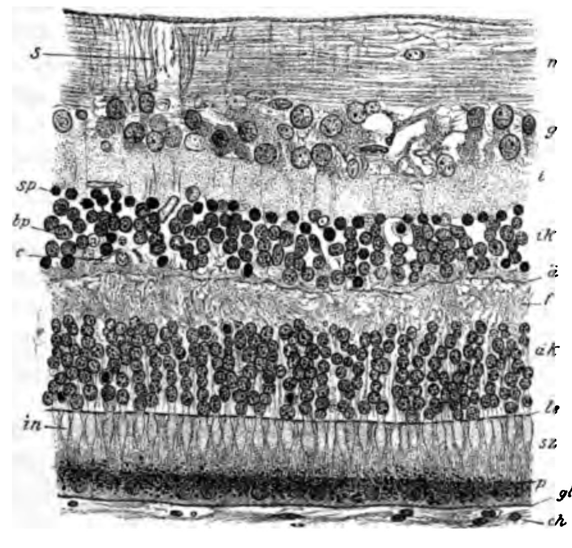


Fig. 1369.

Fig. 1368. Senkrechter Schnitt der *Retina* nahe am gelben Flecke. Vergr. 350. 1. Stäbchenlage, 2. äussere Körner, 3. Zwischenkörnerlage, 4. innere Körner, 5. Lage grauer Nervensubstanz, 6. Nervenzellen, 7. Lage von Opticusfasern, 8. *Limitans*. (Nach der Retinatafel von *H. Müller* und *Koelliker* in *Ecker*'s Icon. phys.)

Fig. 1369. Senkrechter Durchschnitt der *Retina* aus der Umgebung der *Macula lutea*. Vergr. 325. *Kultschitzky*'s Flüssigkeit, Hämatox., Eosin. *n* Opticusfaserschicht; *g* Ganglienzellenschicht; *i* innere feinkörnige Schicht; *ik* innere Körnerschicht; *ä* äussere feinkörnige Schicht; *f* äussere (*Henle*'sche) Faserschicht; *äk* äussere Körnerschicht; *le* *Limitans externa*; *sz* Stäbchen und Zapfen; *p* Pigmentzellen; *gl* Glashaut der *Chorioidea*; *ch* Choriokapillarschicht; *s* *Müller*'sche Stützfasern; *sp* Kerne der Spongioblasten; *bp* Kerne der Bipolarzellen; *c* Kern einer Blutkapillare; *in* Innenglieder der Zapfen.

Die Unterscheidung der Schichten hat einen rein beschreibenden Zweck; in erster Linie um einfache topographische Bezeichnungen der verschiedenen Lagen in der *Retina* zu haben und es ist dabei höchst nebensächlich, dass — woran sich manche spätere Autoren gestossen haben — die feinkörnigen Schichten eigentlich nicht feinkörnig sind, sondern nur an Schnitten bei schwacher Vergrösserung und ohne geeignete Färbungen so aussehen, in Wahrheit aber einen retikulären oder geflechtartigen Bau besitzen. Von den Schichten der *Retina* steht die Pigmentschicht als äusseres Blatt der sekundären Augenblase vom embryonalen Standpunkte allen übrigen Schichten als dem inneren Blatte der sekundären Augenblase gegenüber. In diesem inneren Blatte, welches man als Netzhaut im engeren Sinne bezeichnen kann, lassen sich vom histologischen Standpunkte zwei Hauptabtheilungen unterscheiden, deren Grenze durch die äussere feinkörnige Schicht gegeben ist und welche beide Hauptabtheilungen *Henle* als musivische und als nervöse Schicht, *G. Schwalbe* als Neuroepithelschicht und Gehirnschicht unterschied. Diese beiden Hauptabtheilungen, im Allgemeinen von annähernd gleicher Dicke, zeigen in der That eine gewisse Selbständigkeit. Die Neuroepithelschicht, welche auch *Leuckart* (in *Graefe-Saemisch*, Handb. II. Aufl. 2. Bd. I. Hälfte, S. 243) schon als solche bezeichnete, besteht nämlich wesentlich aus eigenartig gebauten, langen und dünnen, dicht aneinander gedrängten, epithelartigen Zellen (Sehzellen, *W. Müller*), während die Gehirnschicht aus den Sehnervenfasern, aus mannigfaltigen Nervenzellen und deren Ausläufern in Form von Neurit- und Dendritfortsätzen und zwischen denselben befindlichen Nervengeflechten sowie aus Glia und eigenthümlichen Stützfasern, die sich allerdings theilweise auch noch in die Neuroepithelschicht bis zur *Limitans externa* fortsetzen, gebildet wird. Ferner beschränken sich die Verzweigungen der Blutgefässe der Netzhaut auf die Gehirnschicht der *Retina*, während die Schicht der Sehzellen von denselben frei bleibt; ein Unterschied, der allerdings nur für die Mehrzahl der Säugethiere gilt, für die Netzhäute der Sauropsiden und Ichthyopsiden jedoch wegfällt, da diese, soweit bekannt mit einziger Ausnahme des Aales, in allen Theilen gefässlos sind. Ferner mag schon hier bemerkt sein, dass die Stelle des schärfsten Sehens im Menschenauge, der Grund der *Fovea centralis*, wesentlich nur die Sehzellenschicht enthält, während die Gehirnschicht dort bis auf Spuren fehlen kann.

Mit Rücksicht auf die von *Koelliker* (II. Bd. § 168 S. 560–582) gegebene Darstellung des *Tractus* und *Nervus opticus*, auf welche hier, soweit es sich um den intrakraniellen Verlauf des Opticus handelt, verwiesen werden muss, sei nachträglich über das Chiasma der Sehnerven folgendes bemerkt. *Koelliker* hatte an der angeführten Stelle hervorgehoben, dass ein zweifelloser anatomischer Beweis für das Vorkommen ungekreuzter Opticusfasern nicht vorliege. Diese Auseinandersetzungen veranlassten eine lebhafte Diskussion und *Koelliker* selbst fasst seine gegenwärtige Stellung in dieser Frage mit folgenden Worten zusammen: „Nach meinen neuesten Erfahrungen an *Golgi*-Präparaten (in Festschrift der physik.-med. Gesellschaft in Würzburg 1899 S. 113 bis 128) finden sich unilaterale, direkte Fasern ganz bestimmt beim Schafe, bei der Katze, dem Rinde, Hunde, Schweine und Kaninchen. Ganz abschliessende Ergebnisse lieferten jedoch nur das Schaf, die Katze und das Kaninchen in der Art, dass bei der Katze die direkten Fasern in sehr grosser Zahl vorhanden waren, annähernd im Verhältnisse von 3 : 4, in viel geringerer Menge beim Schafe, während dieselben beim Kaninchen in kaum nennenswerther Zahl sich vorfanden. Rind, Hund und Schwein anlangend, sind meine Untersuchungen lange nicht abschliessend; doch

kann von einer Vergleichung dieser Thiere mit der Katze auch nicht von ferne die Rede sein. Theilungen von Opticusfasern, so, dass Eine Faser in beide *Tractus* ihre Aeste sendete, beobachtete ich bei der Katze, dem Kaninchen, beim Rinde und Hunde. An *Weigert*'schen Präparaten wurden auch bei der Katze direkte Opticusfasern beobachtet, ebenso — minder deutlich — beim Hunde. Was den Menschen anlangt, so kann ich nach den bisher vorliegenden Thatsachen unmöglich eine grössere oder nennenswerthe Zahl von sich nicht kreuzenden Fasern annehmen. Immerhin will ich in dieser schwierigen Frage für einmal kein vollgültiges Urtheil abgeben. Nur soviel ist sicher, dass der Schluss von *Ramón*, dass, weil bei der Katze viele unilaterale Fasern sich finden, solche auch beim Hunde, Affen und Menschen, die er gar nicht untersucht hat, vorhanden sind, keine Berechtigung hat. Von Theilungen von Opticusfasern beim Menschen sah ich bisher nur einen einzigen Fall." — Eine eingehende Darstellung des Verlaufes der Sehnervenfasern auf Grund eigener und fremder embryologisch-anatomischer und pathologisch-anatomischer Untersuchungen beim Menschen, gab jüngst *Bernheimer* (in *Graefe-Saemisch*, Handb. d. ges. Augenheilk. II. Aufl. 15. u. 16. Lief.). Ueber die Schwierigkeiten der Deutung der Degenerationsergebnisse nach Durchschneidungen des einen Sehnerven u. s. w. hat *Koelliker* sich bereits am angeführten Orte geäussert, doch möge hier auf eine Untersuchung von *Dimmer* (in Archiv f. Ophthalm. 48. Bd. S. 473) hingewiesen sein, welcher — der erste Fall dieser Art — die Sehbahnen eines 57 jährigen Mannes, dem ein sehfähiges Auge enucleirt worden war, nach dem 6 Wochen später erfolgten Tode mit der *Marchi*-Methode histologisch sorgfältig untersuchte. Dabei ergab sich, dass der *Opticus* des erhaltenen Auges keine Spur von Degeneration zeigte, während der durchschnittene *Opticus* in allen Bündeln degenerirte Fasern neben noch erhaltenen enthielt. Ein kompaktes degenerirtes ungekreuztes Bündel war durch das Chiasma nicht zu verfolgen, die degenerirten ungekreuzten Fasern mischten sich vielmehr überall mit gekreuzten, nicht degenerirten Fasern, dagegen liess sich ein ziemlich kompaktes und von unilateralen Fasern fast freies Bündel gekreuzter Fasern an der ventralen Seite des Chiasma in den medialen und ventralen Rand des *Tractus* verfolgen. Im *Tractus* war die überwiegende Zahl der degenerirten Fasern auf der gekreuzten Seite, dagegen eine viel geringere Zahl auf der dem degenerirten *Opticus* entsprechenden Seite. Diese Befunde *Dimmer*'s lassen es begreiflich erscheinen, dass der Nachweis der ungekreuzten Fasern auf direkt anatomischem Wege gerade beim Menschen enorme Schwierigkeiten machen muss, da ein selbständiges ungekreuztes Bündel nicht vorhanden ist, sondern nur eine innige Durchflechtung gekreuzter und ungekreuzter Fasern. Der Befund *Dimmer*'s entspricht im Wesentlichen der von *Bernheimer* gegebenen Darstellung, der zufolge gekreuzte und ungekreuzte Bündel im *Tractus* ziemlich gleichmässig gemischt sind. Ueber den gegenwärtigen Stand der Frage der Sehnervenkreuzung vergleiche man auch die Referate von *Kallius* (in Ergebn. der Anat. u. Entwicklungsg. 7. u. 10. Bd.) und *A. Pichler*, der Faserverlauf im mensclichen Chiasma. Augenärztl. Unterrichtstafeln 22. Heft (1900).

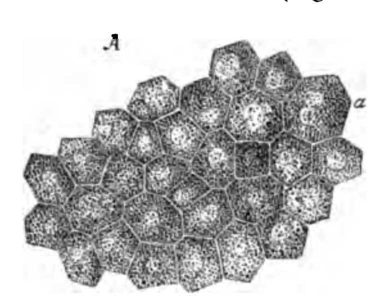
Der Durchmesser der Sehnervenpapille ist nicht direkt bestimmbar, da ihre innere Fläche ganz allmählich mit den nach allen Seiten ausstrahlenden Sehnervenfasern sich abdacht. Was man messen kann, ist nur der Durchmesser des Loches der *Chorioidea*. Dieser Durchmesser schwankt zwischen 1,5—1,7 mm (*Hannover, H. Müller, Schwalbe*). Aus der von *Elschnig* (l. c.) gegebenen Kasuistik von 42 Fällen ergeben sich als Extreme 1,18—1,90 mm für die Durchmesser des inneren Durchtrittsloches des Sehnerven. Die Papille hat nicht immer eine kreisrunde, sondern bisweilen auch eine ovale Form. Bei einigen Säugethieren finden sich in horizontaler Richtung band- oder streifenförmige Papillen, so insbesondere beim Murmelthiere (*Arctomys*), wie schon *Sömmering* fand, und beim Ziesel (*Spermophilus*), wie *Rejsek* (in Bibliogr. anat. 1895 p. 74) beschreibt. Mehr weniger quer verlängerte Papillen haben die Wiederkäuer, das Pferd, das Eichhörnchen und das Kaninchen. Die Mehrzahl der Säugethiere besitzt aber kreisrunde Papillen, wie der Mensch. Dagegen haben die Vögel einen streifenförmigen oder vielmehr spaltförmigen Sehnerveneintritt, der mit dem in das Augeninnere vortretenden Fächer (*Pecten*) in Beziehung steht. Die Bündel des Sehnerven sind bei vielen niederen Thieren nicht deutlich gesondert und findet sich im Innern des Sehnerven oft nur Glia, doch steht das Fehlen oder Vorkommen von Bindegewebssepten, wie *Studnička* zeigt

(in Jenaische Zeitschr. 31. Bd.), nicht in bestimmten Beziehungen zu der systematischen Stellung der Thiere. Die Glia an der Oberfläche der Sehnervenbündel des Menschen in Form von leeren Maschen eines Netzwerkes wurde zuerst von *E. Fuchs* (in Arch. f. Ophthalm. 31. Bd.) beschrieben, aber anfänglich für die Folge einer peripheren Atrophie der Sehnervenfasern gehalten.

§ 335.

Pigmentepithel und Sehzellen.

Das Pigmentepithel der *Retina* ist eine einschichtige Zellenlage und stellt in der Flächenansicht ein aus Polygonen, vorwiegend aus Sechsecken bestehendes Mosaik dar (Fig. 1370). Die Polygone haben einen Durchmesser von 12—18 μ. Sie sind im Allgemeinen grösser an der *Ora serrata*, am kleinsten im Bereiche der *Fovea*. Im grössten Theile der Netzhaut sind einzelne grössere (20—30 μ) Zellen, die in der Regel zwei Kerne besitzen, zwischen die kleineren eingestreut. An senkrechten Durchschnitten zeigen die Pigmentzellen ein ganz eigenthümliches Bild (Fig. 1371). Dicht an der Glashaut der *Chorioidea* erscheint der Zellkörper oft nahezu frei von Pigment; dagegen ist die der Sehzellenschicht zugekehrte Seite ganz von Pigment erfüllt und von dieser pigmenterfüllten Fläche ziehen zahlreiche Fortsätze zwischen die Stäbchen der Sehzellen hinein und umhüllen dieselben. Diese Fortsätze sind in der Regel von Pigment frei und nur dann findet man sie stets von Pigmentkörnchen erfüllt, wenn das Auge während der Belichtung abgestorben ist. Das Pigment besteht im Gegensatze zu den rundlichen Pigmentkörnchen im *Stroma* der *Chorioidea* und Iris aus 1—5 μ langen, stabförmigen oder beiderseits zugespitzten Gebilden von brauner Farbe, dem Fuscin (*Kühne*), welches sich in seinem chemischen Verhalten und durch geringere Lichtbeständigkeit von den gewöhnlichen braunen und braunschwarzen Farbestoffen, den sogenannten Melaninen unterscheidet. Die in den Fortsätzen



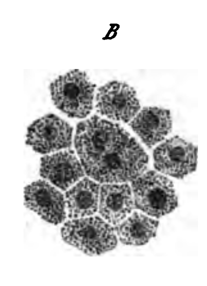


Fig. 1370.

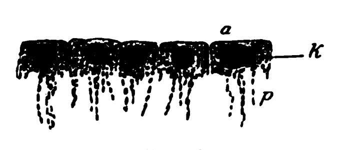


Fig. 1371.

Fig. 1370. Pigmentepithel der *Retina* vom hinteren Theile des Auges. *Müller's* Flüss. Von der *Chorioidea* in kleinen Stücken abgelöst. Vergr. 325. *A* Ungefärbt in Glycerin. Zellen von sehr verschiedenartiger Form, die Neurokeratinschicht zwischen den Zellen hell, bei *a* eine grosse zweikernige Zelle. *B* Die Kerne mit Hämatoxylin gefärbt. Lackpräparat. Die Zellen theilweise auseinander gewichen. In der Mitte eine grosse Zelle mit zwei Kernen.

Fig. 1371. Senkrechter Durchschnitt durch das Pigmentepithel der *Retina* vom Hintergrunde des Auges. *Erlitzky's* Flüss., Hämatox., Eosin. Vergr. 465. *K* Kern; *a* äussere der Glashaut der *Chorioidea* zugewendete Fläche; *p* pigmentirte Fortsätze, welche zwischen die Stäbchen der Sehzellen eindringen, theilweise abgerissen.

zwischen den Stäbchen der Sehzellen befindlichen Fuscinnadeln sind stets den Stäbchen parallel gerichtet; die im Körper der Pigmentzellen dicht gehäuften Nadeln zeigen dagegen die verschiedenartigsten Stellungen und erscheinen daher oft in der Aufsicht als anscheinend runde Körner. Der Kern der Pigmentzellen ist rundlich, fast kugelig, von 5—6 μ im Durchmesser, von Pigment frei und liegt an der Grenze zwischen dem pigmentirten und nichtpigmentirten Zelltheile oder er ist ganz von Pigment umhüllt. Löst man die *Retina* im Leichenauge ab, so bleiben die Körper der Pigmentzellen mit abgerissenen Fortsätzen in der Regel an der *Chorioidea* zurück. Bei belichteten Netzhäuten von Thieren, an welchen die Zellfortsätze von Pigment erfüllt sind, kann man dagegen die *Retina* in Zusammenhang mit der Pigmentschicht von der *Chorioidea* ablösen. Die von *Boll* zuerst erkannte Wanderung der Fuscinnadeln zwischen die Sehstäbchen beruht nicht auf dem Ausstrecken und Einziehen von Protoplasmafortsätzen der Pigmentzellen, sondern auf Bewegung der Fuscinnadeln innerhalb von fixen Fortsätzen (*Kühne* und *Sewall*). Die Körper der Pigmentzellen sind nicht durch Intercellularbrücken verbunden, es findet sich vielmehr zwischen denselben eine festere Kittsubstanz (Neurokeratin), die wohl den Schlussleisten von Cylinderepithelien vergleichbar ist. Doch überzieht die Neurokeratinmasse auch die Kuppe der Epithelzellen wie ein Hut (*Angelucci*), wodurch ein wesentlicher Unterschied gegenüber sonst vorkommenden Kittleisten gegeben ist. In den Pigmentzellen des Menschen findet man ausser dem Fuscin keine anderen Körner; bei Thieren, so z. B. beim Frosche, kommen auch gelbe Oeltropfen und sogenannte aleuronide Körner (*Angelucci*) vor. Bei den meisten niederen Wirbelthieren zeigt das Fuscin eine viel deutlichere Nadelform als bei den Säugethieren und beim Menschen.

Die Schicht der Sehzellen besteht aus zweierlei Elementen, den Stäbchenzellen und den Zapfenzellen. Das äussere mit den Pigmentzellen in Berührung stehende höchst eigenthümliche Ende der Sehzellen bildet die Schicht der Stäbchen und Zapfen (*Stratum bacillorum s. Membrana Jacobi*, Fig. 1372). Dieselbe ist im Hintergrunde des Auges 40 bis 50 μ hoch (*H. Müller*, 50—60 μ *M. Schultze*, 38—40 μ *Dimmer*). Die Stäbchen (*Bacilli*) sind cylindrische parallele, und zur Oberfläche der *Retina* senkrecht gestellte 1,5—1,8 μ dicke (*H. Müller*, 2 μ *M. Schultze*, 1,75 μ *Welcker*) Elemente. Jedes Stäbchen besteht aus einem stark lichtbrechenden Aussengliede und einem schwächer lichtbrechenden Innengliede, welche mit ebener Querfläche aneinanderstossen und beim Menschen ungefähr in dem Längenverhältnisse von 4 : 3 (*W. Krause*) zu einander stehen oder nahezu gleich lang sind (*M. Schultze*). Das Aussenglied endet quer abgestutzt oder mit einer sehr flachen Wölbung

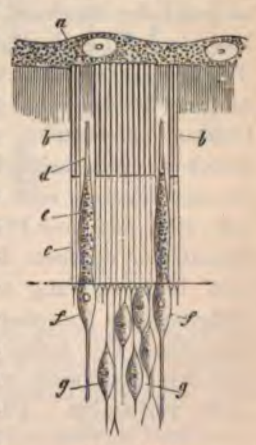


Fig. 1372.

Fig. 1372. Aeussere Lagen der *Retina* der Katze von der Gegend des *Tapetum*. Vergr. 500. Nach *M. Schultze*. *a* Pigmentzellen (hier farblos) mit den Scheiden; *b* Aussenglieder; *c* Innenglieder der Stäbchen; *d* Aussenglieder; *e* Innenglieder der Zapfen; *f* Zapfenkörner; *g* Stäbchenkörner, beide mit den betreffenden Fasern.

an der Pigmentschicht; das Innenglied an der *Membrana limitans externa* sich verschmälernd um dort als Stäbchenfaser in die äussere Körnerschicht durch ein Loch der *Limitans* hindurch zu treten. Die Stäbchen sind äusserst empfindliche Gebilde und nur an ganz frischen noch lebenswarmen Augen gut erhalten. Sie verändern sich nach dem Tode sehr bald und Wasserzusatz macht sie rasch fast unkenntlich, indem sie sich verbiegen, hakenförmig einrollen, kräuseln, stellenweise aufblähen, in Stücke zerbrechen und unter Austritt von hellen Tropfen völlig zerfallen. Insbesondere quillt das Innenglied sehr leicht und bildet dann eine rundliche Masse, die oft nur mehr durch einen dünnen Strang, der leicht für eine präformirte Faser gehalten werden kann, mit dem Aussengliede zusammenhängt. In stark verändertem Zustande findet man die Stäbchen auch stets in Augen, welche längere Zeit nach dem Tode untersucht werden. Das Aussenglied erscheint frisch von fast fettartigem Glanze, ist positiv doppelbrechend, mit in der Längsrichtung liegender optischer Achse, und enthält eine dem Nervenmarke ähnliche Substanz, welche sich in Osmiumsäure bräunt und von *Kühne* als Myeloid bezeichnet wurde. Die Aussenglieder besitzen eine zarte Hülle, die aus Neurokeratin zu bestehen scheint und zerfallen nach einigem Liegen in anscheinend indifferenten Flüssigkeiten, wie Serum oder Glaskörperflüssigkeit, aber auch in verdünnter Osmiumsäure oft in sehr regelmässige quere Plättchen, welche 0,5—0,6 μ dick sind. Der Plättchenzerfall der Stäbchen ist wohl der Ausdruck einer präformirten geschichteten Struktur, für welche insbesondere *M. Schultze* eingetreten ist, während andere Autoren, wie insbesondere *W. Krause*, das Aussenglied aus spiralig gedrehten Fasern, die um eine centrale hellere Achse gewickelt sind, bestehen lassen. Doch sind die für letztere Struktur sprechenden, durch Wasser erzeugten Bilder an den grossen Amphibienstäbchen wahrscheinlich nur durch komplizirte Quellungsvorgänge erzeugt, da die regelmässige, nach der Achse orientirte Doppelbrechung der intakten Stäbchen sich wohl mit einer Plättchenstruktur, schwer aber mit einem Baue aus gedrehten Spiralfäden vereinen lässt. Doch ist an der Oberfläche der Aussenglieder eine feine Längsstreifung zu beobachten, wie *V. Hensen* zuerst an den dicken Stäbchen des Frosches erkannte und *M. Schultze* auch für die Säugethiere feststellte. Der axiale Theil der Stäbchen ist in seinem Lichtbrechungsvermögen von dem peripheren verschieden (*Zenker*), doch ist eine isolirbare Achsenfaser nicht vorhanden. Für die Beurtheilung der physiologischen Bedeutung der

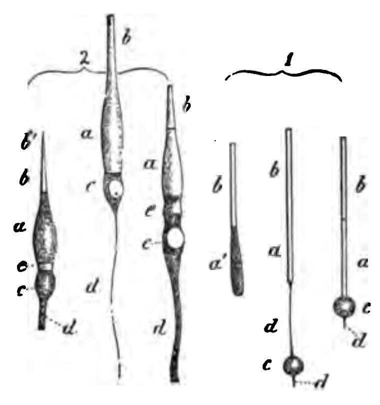


Fig. 1373.

Fig. 1373. Elemente der Stäbchenschicht des Menschen. Vergr. 400 bis 450. 1. Stäbchen. *a* Innenglied; *a'* leicht aufgequollenes Innenglied; *b* Aussenglied; *c* Stäbchenkorn; *d* Stäbchenfaser. 2. Zapfen. *a* eigentlicher Zapfen oder Innenglied desselben; *b* Zapfenstäbchen oder Aussenglied des Zapfens; *c* Zapfenkorn in der äusseren Körnerschicht gelegen; *d* Zapfenfaser; *e* Gegend, wo die *M. limitans externa* ihre Lage hat. Nach *H. Müller*.

Stäbchenaussenglieder ist die Thatsache von grosser Wichtigkeit, dass dieselben der ausschliessliche Sitz des Sehpurpurs sind, eines Farbstoffes, welcher diffus in den Stäbchenaussengliedern enthalten ist und im Lichte rasch ausbleicht, im Dunkel dagegen — wie *W. Kühne* beim Frosche feststellte — bald wieder sich regenerirt, wenn die überlebende Netzhaut noch im Zusammenhange mit dem Pigmentepithel ist, nicht aber, wenn das letztere entfernt ist. Diese Thatsache zeigt anschaulich, dass im Stäbchenaussengliede die Lichtschwingungen einen chemischen Prozess auslösen. Das Innenglied der Stäbchen ist nicht doppelbrechend und schwächer lichtbrechend als das Aussenglied, frisch homogen, trübt sich aber im Tode und in Fixirungsflüssigkeiten und erscheint dann feinkörnig und gegen die Verbindungsstelle mit dem Aussengliede etwas verdickt. Das Innenglied färbt sich an fixirten Objekten, ähnlich wie Protoplasma, mit Karmin und sauren Anilinfarbstoffen, was beim Aussengliede nicht der Fall ist, nimmt dagegen durch Osmiumsäure nur eine weit schwächere (bräunliche) Färbung an, als das Aussenglied. An der äusseren Grenze des Innengliedes konnte *M. Schultze* mit Osmiumsäure ein undeutlich abgegrenztes streifiges Gebilde von länglicher Form, den Fadenapparat, unterscheiden, welcher mit Rücksicht auf die Thatsache, dass in dieser Region des Innengliedes bei Vögeln und Amphibien (siehe unten) gut abgegrenzte Inhaltskörper vorkommen, von Interesse ist. Mir ist es an fixirten Netzhäuten des Menschen nie gelungen von diesem Fadenapparate in den Stäbchen etwas zu sehen. Das innere Ende des Innengliedes wird von parallel der Längsachse gerichteten feinen Fäden umhüllt (Faserkörbe, *M. Schultze*), welche jedoch, wie besonders an *Golgi*-Präparaten leicht zu sehen ist, nicht dem Innengliede selbst angehören, sondern — wie schon *M. Schultze* an Osmiumpräparaten erkannte — von der *Membrana limitans* ausgehen. Das Innenglied

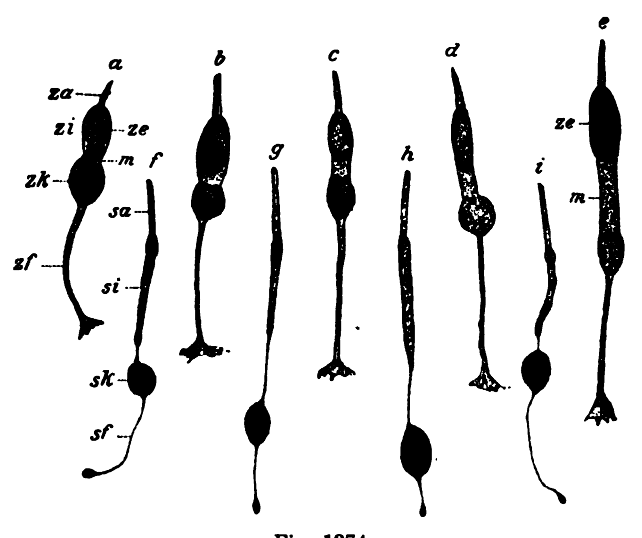


Fig. 1374.

Fig. 1374. Sehzellen vom Schweine. Fixirt mit Osmiumsäure, isolirt in verdünntem Glycerin. Vergr. 720. *a—e* Zapfenzellen; *f—i* Stäbchenzellen; *za* Zapfenaussenglied (Zapfenstäbchen); *zi* Zapfeninnenglied, bestehend aus dem Zapfenellipsoid *ze* und dem Zapfenmyoid *m*, letzteres in *a* sehr verkürzt, in *e* stark verlängert, in *b—d* in Zwischenstellungen zwischen *a* und *e*; *zk* Zapfenkorn; *zf* Zapfenfaser; *sa* Stäbchenaussenglied; *si* Stäbcheninnenglied; *sk* Stäbchenkorn; *sf* Stäbchenfaser. Die Stäbchenkörner quergestreift, in *f* und *i* nahe dem Innenglied, in *g* ungefähr in der Mitte, in *h* nahe dem inneren Ende der Stäbchenfaser.

des Stäbchens geht von der Durchbohrungsstelle der *Limitans externa* in die äusserst zarte, kaum mehr als 0,5 μ dicke Stäbchenfaser über, welche innerhalb der äusseren Körnerschicht eine kernhaltige Anschwellung (Fig. 1374, *sk*), das sogenannte Stäbchenkorn, zeigt und schliesslich mit einem birnförmigen Knöpfchen an der äusseren granulirten Schichte endet. Da die Stäbchenkörner, deren Zusammenhang mit den Stäbchen *Koelliker* zuerst lehrte (Mikrosk. Anat. II. 2, S. 730), 3—4 mal so dick sind, als die Stäbchen und ausserdem die Zapfenkörner (siehe unten) der *Membrana limitans* anliegen, können die Stäbchenkörner nicht alle neben einander Platz finden. Sie gruppiren sich daher in 5—7 über einander liegende Reihen in der äusseren Körnerschicht. Die innersten Körner berühren in einem grossen Theile der *Retina* fast die äussere feinkörnige Schicht, der, der äusseren Faserschicht angehörige Antheil der Stäbchenfaser ist dann ganz kurz oder kann auch, wie ich mit *Kallius* finde, ganz fehlen (Fig. 1375), dagegen ist der in der äusseren Körnerschicht von der *Limitans* bis zum Korn verlaufende Abschnitt sehr lang. Das Umgekehrte ist natürlich der Fall bei jenen Stäbchenzellen, deren Körner nahe an der *Limitans* gelegen sind. Die Stäbchenkörner haben, da sie in den Verlauf einer radiären Faser eingeschaltet sind, beiderseits zugespitzte Pole, im übrigen eine fast kugelige oder länglich ellipsoidische Form und einen Längsdurchmesser von 6—9 μ und eine Breite von ca. 6 μ. Ihre Hauptmasse bildet der Kern, welcher 4,5—8 μ misst. Die um den Kern befindliche, mit der Stäbchenfaser zusammenhängende durchsichtige Protoplasmaschicht ist von kaum messbarer Dicke. Der Kern zeigt frisch und nach Osmiumbehandlung 1—2 Kernkörperchen (*Flemming*) und lässt das Kerngerüste in der Regel nicht deutlich erkennen. An fixirten und mit Kernfärbemitteln behandelten Präparaten ist dagegen ein zierliches Gerüste von Chromatin wahrzunehmen. Das Chromatin ist bei Säugethieren zu zwei bis vier deutlichen queren Scheiben gruppirt (Fig. 1376), wie *Henle* zuerst an frischen und an Alkoholpräparaten sah. Ob dies auch beim Menschen vorkommt, ist

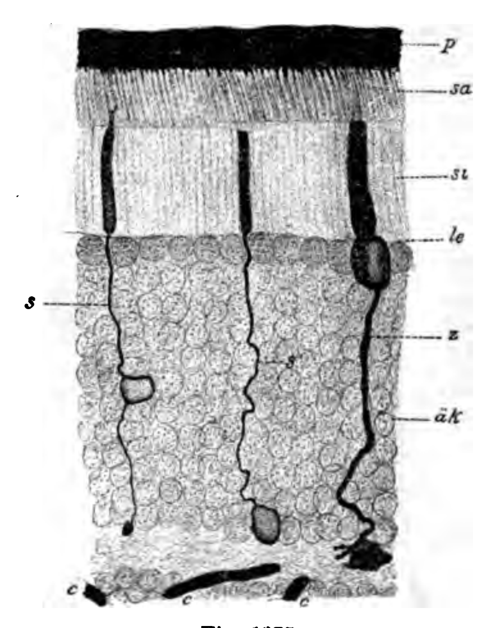


Fig. 1375.

Fig. 1375. Senkrechter Durchschnitt der *Retina* der Katze. *Golgi*-Präparat. Vergr. 700. *s* Stäbchenzelle; *s'* ebensolche, welche mit dem Korn endet; *z* Zapfenzelle. Alle drei Zellen mit Ausnahme der Aussenglieder der Stäbchenschicht vollständig imprägnirt. *c* Blutkapillaren an der äusseren Grenze der inneren Körnerschicht; *p* Pigmentschicht; *sa* Stäbchenaussenglieder; *si* Stäbcheninnenglieder; *le* *Limitans externa*; *äk* äussere Körnerschicht.

zweifelhaft. Nach der neuesten Darstellung von *Greeff* (in *Graefe-Saemisch* Handb. II. Aufl. 1. Bd. 5. Kap. S. 131) sind zwar bei den verschiedenen Säugethieren und beim Menschen mehr weniger ausgebildete, querlaufende Chromatinstränge aber nirgends vollständige Querscheiben von Chromatin vorhanden. Dem gegenüber muss jedoch betont werden, dass *Flemming* (in Zellsubstanz, 1882, S. 114) mit aller Sicherheit in der ganz frischen, in *Humor vitreus* untersuchten Netzhaut verschiedener Säugethiere (Kaninchen, Katze, Meerschweinchen, Wiederkäuer) kompakte Querscheiben chromatischer Substanz nachweisen konnte und *M. Schultze* machte die Beobachtung, dass die Stäbchenkörner bei Behandlung mit verdünnter Salpetersäure in mehrere Stücke zerfallen. Die Struktur ist aber leicht veränderlich und wandelt sich beim Absterben in eine körnige um, lässt sich aber dennoch manchmal fixiren (Fig. 1376). Beim Menschen konnte *Flemming* (in Arch. f. mikr. Anat. 51) auch in der frischen *Retina* keine Querscheiben finden. *Stöhr* sah solche an fixirten Präparaten, eine Beobachtung, die ich ausnahmsweise ebenfalls machen konnte. Bei Vögeln, Amphibien und Fischen wurden die Querscheiben von allen Untersuchern vergeblich gesucht. Die sonderbare und so ausserordentlich empfindliche Struktur der Kerne der Stäbchenzellen der Säugethiere hängt wohl mit dem Sehvorgange in irgend einer Weise zusammen, da es sich um Kerne handelt, an welchen keine Theilungen mehr vorkommen, andererseits aber um eine Anordnung des Chromatins, die in keiner anderen Art von Kernen beobachtet ist. Nach Versuchen von *E. Pergens* (in Zeitschr. f. Augenheilk. 2. Bd. 1899, S. 125) bei Thieren tritt bei Lichteinwirkung eine Verminderung des Chromatins der Sehzellen ein. Beim Kaninchen fand *A. Birch-Hirschfeld* (in Arch. f. Ophthalm. 50. Bd.) das Chromatin der Stäbchenkörner im Dunkelauge zackig, im belichteten Auge dagegen glatt.

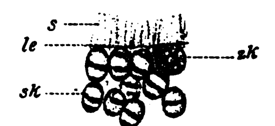


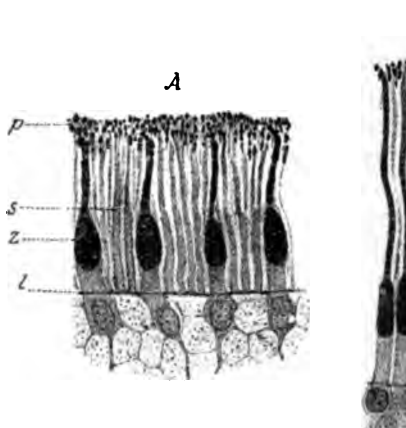
Fig. 1376.

Die Zapfenzellen (Fig. 1374, *a*—*e*) zeigen mit Ausnahme jener der *Fovea* — wo nur eigenthümlich gebaute Zapfenzellen vorkommen, von welchen weiter unten besonders die Rede sein soll — folgende Eigenschaften. Ihr dem Stäbchen der Stäbchenzellen entsprechender Abschnitt, der Zapfen, hat im Ganzen eine flaschenförmige Gestalt, ein jenem der Stäbchen ähnliches Aussenglied, welches dem Halse der Flasche entspricht, dagegen ein stark gewölbtes zapfenförmiges, breiteres Innenglied, dem Bauche einer Flasche vergleichbar. Das nur wenig verschmälerte Ende des Zapfens geht dicht an der *M. limitans* direkt in den kernhaltigen Theil der Sehzelle, das Zapfenkorn, über, von welchem die relativ dicke (1,1—1,3 μ, *Schwalbe*) Zapfenfaser entspringt. Diese zieht radiär durch die äussere Körnerschicht und endet an der Oberfläche der äusseren feinkörnigen Schicht mit einer kegelförmigen Verbreiterung, von welcher noch einige kurze, zarte Fäserchen in fast horizontaler Richtung ausstrahlen. Während die Stäbchen der Stäbchenzellen von unveränderlicher Länge sind, variirt die Länge der Zapfen nicht unbeträchtlich. Sie sind, wie ich an Präparaten *J. Schaffer*'s vom Menschen sehe, zum Theile wenigstens, ebenso

Fig. 1376. Querschnitt durch die *Retina* vom Schweine. Oxalsäure, Hämatox. Vergr. 700. *le* *Limitans externa*; *s* Innenglieder der Stäbchen; *sk* Stäbchenkörner mit queren Chromatinscheiben; *zk* Zapfenkorn.

lang als die Stäbchen, die allgemeine Angabe der Autoren lautet aber dahin, dass die Zapfen, mit Ausnahme des gelben Fleckes, kürzer (32—36 μ, *H. Müller*) als die Stäbchen seien. Diese Variabilität der Länge der Zapfen erklärt sich wohl durch die von *W. Engelmann* und *Van Genderen Stort* (in *Pflüger's* Arch. 35. Bd. S. 498) zuerst bei niederen Thieren, dann aber auch beim Schweine und beim Menschen entdeckte Kontraktilität der Zapfen, welche sich jedoch nur auf den inneren Abschnitt des Innengliedes beschränkt. Das Aussenglied des Zapfens, das Zapfenstäbchen, ist 12 μ lang (*M. Schultze*) und ungefähr von der Dicke der Stäbchenaussenglieder. Es sitzt mit quer abgestutzter Basis dem Innengliede auf, verschmächtigt sich konisch zulaufend und endet mit abgerundeter Spitze. Seine Struktur und sein Lichtbrechungsvermögen ist jenem der Stäbchenaussenglieder sehr ähnlich, doch sind die Zapfenstäbchen noch labilare Gebilde und zerfallen leicht durch Querbrüche innerhalb der Hülle, welche an fixirten Präparaten oft sehr deutlich hervortritt (Fig. 1380, *A*). Sie halten bei Färbung mit Essigsäure-Hämatoxylin nach *Kultschitzky* (modifizirte Markscheidenfärbung nach *Weigert*) den Farbestoff bald weniger, bald zäher fest, als die Stäbchenaussenglieder, ohne dass sich die Umstände angeben liessen, unter welchen das eine oder das andere eintritt. Sie sind stets frei von Sehpurpur.

Das Innenglied ist nach *Koelliker* 15—20—25 μ lang, 4,5—6,7 μ breit. Andere Autoren geben engere Grenzen der Länge an (20—24 *H. Müller*, 19—21 *M. Schultze*), wobei auf die Kontraktilität keine Rücksicht genommen erscheint. Im äusseren Theile enthält das Innenglied einen in Osmiumsäure sich bräunenden, längsstreifigen Körper, das Zapfenellipsoid. Bei Färbung mit Essigsäure-Hämatoxylin hält das Ellipsoid den Farbestoff zähe fest, während der Rest des Innengliedes sich entfärbt. Das Ellipsoid ist ungefähr 10—13 μ lang, aussen etwas schmäler als innen. Es nimmt im kontrahirten Zapfen mehr als Zweidrittel des Innengliedes ein und berührt seitlich die Hülle des Innengliedes direkt und ist nicht kontraktil.



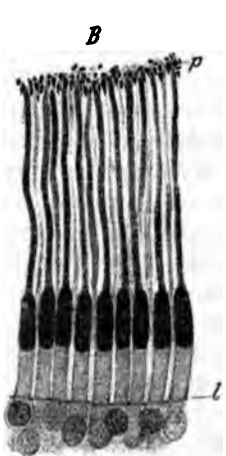


Fig. 1377.

Fig. 1377. Senkrechte Durchschnitte durch die Stäbchen- und Zapfenschicht. *Müller's* Flüss., Essigsäure-Hämatoxylin, entfärbt nach *Weigert*. Vergr. 700. *A* Aus der Umgebung der *Macula lutea*; *B* aus der *Fovea*. *l Limitans externa*; *p* Pigment der Pigmentzellen, in welches die Enden der Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen hineinragen. In *A s* Stäbchen (entfärbt); *z* Zapfen, deren Aussenglieder und Ellipsoide schwarz gefärbt sind; in *B* nur Zapfen, deren Ellipsoide und Aussenglieder dunkel gefärbt sind.

Nach *Birnbacher* (in Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Aerzte 66. Vers., 2. Th. 2. Heft S. 219) sind die Zapfenellipsoide im Dunkelauge in hohem Grade eosinophil, im Lichtauge dagegen nicht. Der zwischen Ellipsoid und *Limitans ext.* beziehungsweise Zapfenkorn gelegene Theil des Innengliedes bräunt sich in Osmium nicht merklich, erscheint ziemlich homogen oder feinkörnig und ist von veränderlicher Länge und wird wegen seiner Kontraktilität als Zapfenmyoid (*Engelmann*) bezeichnet. Von der verschiedenen Länge dieses Abschnittes giebt Fig. 1374, *a—e* ein anschauliches Bild, in welchem mit dem Zeichnenapparat genau kopirte Zapfen aus dem hinteren Theile der *Retina* des Schweines dargestellt sind. Die Kontraktion des Myoids erfolgt nach den Versuchen von *Van Genderen Stort* bei niederen Thieren ziemlich rasch bei Belichtungen; im Finsteren streckt sich das Myoid allmählich in die Länge. Bei *Abramis Brama* verkürzt sich das Myoid von 50 μ auf 5 μ bei der Belichtung, beim Frosche noch mehr. Weniger ausgiebig sind die Kontraktionen bei höheren Thieren. In der Regel findet man die Myoide an Säugethier- und Menschenaugen in einem Zustande starker Verkürzung; doch trifft man da und dort einzelne, mehr weniger verlängerte Zapfen zwischen den verkürzten an fixirten Präparaten, was wohl auf verschiedene Kontraktionszustände während des Absterbens zu beziehen ist. Doch sehe ich beim Menschen niemals so grosse Verschiedenheiten der Länge des Myoids, wie beim Schweine. Die Anzahl der Zapfen ist im grössten Theile der *Retina* geringer, als jene der Stäbchen, indem je 3—4 Stäbchen in die Verbindungslinie zwischen zwei Zapfen fallen. Die Zapfen stehen durchschnittlich in Abständen von 8—10 μ (*M. Schultze*). Gegen die *Fovea* nimmt die Zahl der Zapfen so zu, dass nur je ein Stäbchen in die Verbindungslinie zweier Zapfen fällt und in der *Fovea* selbst verschwinden die Stäbchen ganz und finden sich nur mehr Zapfen. Mit dem Verschwinden der Stäbchen nehmen die Zapfen mehr die Form der Stäbchen an, indem die Innenglieder derselben eine fast cylindrische Gestalt zeigen. Die Zapfenzellen der *Fovea* zeigen Aussen- und Innenglieder, welche in Länge und Form (Fig. 1377, 1380, *B*) auffallend den Stäbchen gleichen. An den Innengliedern lässt sich ein deutlich gesondertes schmales Ellipsoid und ein Myoid (Fig. 1377, *B*) unterscheiden. Beide haben eine Dicke von etwa 3 μ (1,5—3 μ *H. Müller*, 2,8—3,4 μ *M. Schultze*, 3,3 μ *H. Welcker*, 3 μ *Merkel*, 3—3,5 μ *Dimmer*). Doch sind die Meinungen darüber getheilt, ob die Zapfen im *Fundus Foveae* ebenso lang oder länger sind als die Stäbchen. Nach *Henle, Merkel, Schwalbe, Kuhnt, Dimmer* und *Greeff* zeigt die *Limitans externa* im Bereiche der *Fovea* keinerlei Ausbauchung und es würde dem entsprechend die Länge der Foveazapfen jener der Stäbchen ausserhalb der *Fovea* gleich sein müssen. *Max Schultze* hatte dagegen eine auffällig nach innen konvexe Vorwölbung der

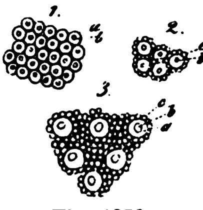


Fig. 1378.

Fig. 1378. Stäbchenschicht von aussen. 1. Vom gelben Flecke (nur Zapfen in etwas aufgequollenem Zustande), 2. von der Grenze desselben, 3. aus der Gegend des Aequators der *Retina*. *a* Zapfen oder denselben entsprechende Lücken; *b* Aussenglieder der Zapfen, deren Endfläche manchmal etwas tiefer steht als jene der Stäbchen *c*. Vergr. 880.

Limitans ext. im Bereiche des *Fundus foveae* zu finden geglaubt, welche jedoch in so starker Krümmung, wie er sie darstellte, sicherlich nicht natürlich ist. Wenn eine Vorwölbung der *Limitans* nach innen überhaupt in vivo vorkommt, so ist dieselbe jedenfalls nur unbedeutend und gegen den Rand der *Fovea* ganz allmählich sich verlierend. Es ist jedoch möglich, dass auch diese sanft abdachende Wölbung nur auf einer nicht ganz tadellosen Fixirung beruht. Immerhin finde ich es unter der letzteren Annahme schwer begreiflich, dass an vielen Netzhäuten, an welchen die Stäbchen- und Zapfenschicht gut erhaltene, gerade gestreckte Elemente überall zeigt, die Messungen eine grössere Dicke der Schicht in der *Fovea* ergeben, welche Dicke gegen die Umgebung allmählich abnimmt (vergl. Fig. 1377 u. 1380). *Greeff*, der die Länge der Zapfen in der *Fovea* mit 85 μ, die der Stäbchen in der Umgebung der *Fovea* mit 60 μ angiebt, aber trotzdem den der Innenfläche der *Chorioidea* durchaus parallelen Verlauf der *Limitans ext.* annimmt, sucht dies durch ein tieferes Eintauchen der Zapfen in die Pigmentschicht zu erklären. Allein eine Längendifferenz der Stäbchen und Foveazapfen von 25 μ ist bei der fast gleichmässigen Beschaffenheit der Pigmentschicht, die im Centrum der *Fovea* höchstens um 2—3 μ dicker ist, selbst unter der Annahme unbegreiflich, dass die Foveazapfen die Pigmentzellen ganz durchbohren und bis an die Glashaut reichen, was sicherlich nicht der Fall ist. Mir scheinen die differenten Befunde nur verständlich, wenn man entweder mit *Dimmer* annimmt, dass Zapfen, welche länger als die Stäbchen sind, durch Reagenswirkungen künstlich verlängert wurden, oder indem man sich vorstellt, dass die Foveazapfen von veränderlicher Länge — kontraktil — sind und im Zustande ihrer Verlängerung die *Limitans* nach innen vorwölben, dagegen im kontrahirten Zustande der Länge der Stäbchen gleichkommen. Letztere Annahme würde die Schwierigkeit der Vorstellung beseitigen, dass ein und dasselbe Reagens die Foveazapfen verlängert, Zapfen und Stäbchen an anderen Stellen der Netzhaut aber nicht. Wie *M. Schultze* angiebt, haben die Zapfen der *Fovea* eine eigenthümliche Anordnung. Von der Fläche gesehen stehen sie nicht in geraden Reihen, sondern

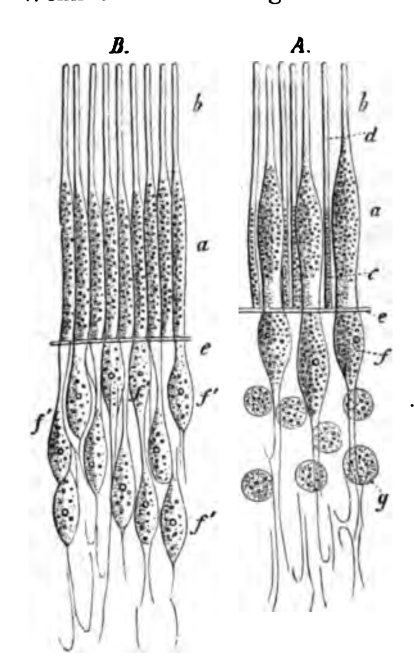
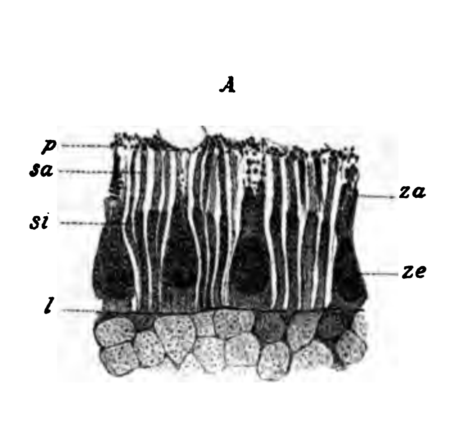


Fig. 1379.

Fig. 1379. Elemente der Stäbchenlage und äusseren Körnerschicht des Menschen von einer in *Müller*'scher Flüssigkeit erhärteten *Retina*. Vergr. 500. Nach *M. Schultze*. *A*. Vom Rande der *Macula lutea*. *B*. Von der Mitte der *Macula*, wo nur Zapfen sich finden. *a* Zapfenkörper; *b* Zapfenstäbchen; *c* Stäbchen, Innenglied; *d* Aussenglied. Die Stäbchenfasern sind bei *A* nicht erhalten, wohl aber die Stäbchenkörner *g*; *f* Zapfenkörner, die dicht an der *Limitans externa e* sitzen; *f'* ebensolche Körner, die durch eine kürzere oder längere Faser mit den Zapfen verbunden sind.

in Bogenlinien, ähnlich einer Guillochirung. *Fritsch* (Sitzber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. 1900 S. 636) findet spiralig angeordnete Reihen, die sich unter Winkeln von 45° kreuzen und am Rande der *Fovea* in meridionale Richtungen übergehen. — Die gänzliche Verdrängung der Stäbchen durch Zapfen hat auch eine Veränderung der Lage der Zapfenkörner zur Folge. Dieselben können nicht mehr neben einander Platz finden und müssen zum Theile von der *Limitans* abrücken. So schichten sich die Zapfenkörner in der äusseren Körnerschicht in 4—6 Lagen, von welchen nur die äusserste der *Limitans ext.* anliegt. Im *Fundus foveae* rücken sogar alle Zapfenkörner etwas von der *Limitans* ab



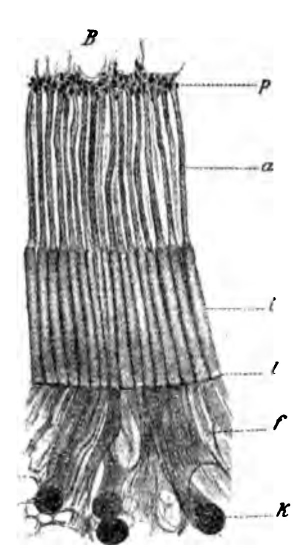


Fig. 1380.

(Fig. 1380, *k*), wodurch eine besondere Lage von Fasern zwischen diesen und der *Limitans* entsteht, welche an anderen Stellen der *Retina* fehlt und aus den Verbindungsstücken der Innenglieder mit den Zapfenkörnern besteht. Mit dem ausschliesslichen Vorkommen der Zapfen in der *Fovea* kommt es ferner auch zur Ausbildung einer *Henle*'schen Faserschicht, wie sie in dieser Mächtigkeit sonst nirgends zu finden ist. Wo die Stäbchen zahlreich sind, ist die *Henle*'sche Faserschicht fast gar nicht entwickelt, da die Stäbchenkörner zum Theile die äussere feinkörnige Schicht erreichen. Gegen die *Fovea* wird die Faserschicht immer dicker und erreicht gegen den Rand derselben ihre grösste Mächtigkeit von 36—80 μ. Bei dieser Verdickung kommt auch noch der

Fig. 1380. Senkrechte Durchschnitte durch die Stäbchen- und Zapfenschicht einer 82jährigen Frau. *Erlitzky*'s Flüss. und 1 % Eisessig. Vergr. 700. *A* Aus der Umgebung der *Macula lutea*. Essigs. Hämatox. entfärbt nach *Weigert*. *sa* Stäbchenaussenglieder; *si* Stäbcheninnenglieder; *za* Zapfenaussenglieder zerfallen und wie in eine Röhre umgewandelt; *ze* Zapfenellipsoid gefärbt. *B* Vom *Fundus foveae*. Hämatoxylin-Eosin. Nur Zapfen. *a* Aussenglieder; *i* Innenglieder; *f* Theile der Zapfenfasern, welche sich zwischen die *Limitans externa l* und die Zapfenkörner *k* einschieben. In *A* und *B*: *l Limitans externa*; *p* Pigment den Enden der Aussenglieder anhaftend.

Umstand in Betracht, dass die Zapfenfasern eine kolossale Länge von 0,20 bis 0,25 mm erreichen und schon in einer Entfernung von 2,6—4 mm vom tiefsten Punkte der *Fovea* sich schief zu legen beginnen, im Bereiche der *Fovea* in ihrem längsten Theile fast parallel der Netzhautfläche verlaufen und nur an der *Limitans* und am Ansatze an der feinkörnigen Schicht in die radiäre Richtung umbiegen. Die Zapfenfasern verlaufen dann im Ganzen von der *Limitans* in meridionaler Richtung sehr schief nach innen und enden an einem Punkte der äusseren feinkörnigen Schicht, der vom Mittelpunkte der *Fovea* viel weiter entfernt ist, als der Ansatzpunkt am Innengliede des Zapfens (Fig. 1396). Im Centrum der *Fovea* fehlen daher mit der — nur mehr in Spuren vorhandenen — eigentlichen Gehirnschicht auch die inneren Ansatzpunkte der Zapfenfasern und da die Zapfenkörner überdies bis an die spärlichen Reste der Gehirnschicht nach innen rücken, fehlt im *Fundus fovea* auch die eigentliche *Henle*'sche Faserschicht (*Dimmer*). Es besteht somit die *Retina* an der Stelle des schärfsten Sehens im *Fundus foveae*, wenigstens in manchen Fällen, abgesehen von der Pigmentschicht, wesentlich nur aus Zapfen und Zapfenkörnern, deren Verbindungen mit der feinkörnigen Schicht durch die Zapfenfasern ausserhalb des *Fundus foveae*, in einer Entfernung die ich auf 0,25 mm schätze, ihre Lage haben.

Wie *Stöhr* (in Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg N. F. 20. Bd. Nr. 1) zuerst beobachtete, kommen in der menschlichen *Retina* einzelne Zapfenkörner vor, welche ihre Lage ausnahmsweise nach aussen statt nach innen von der *Limitans ext.* haben. Seitdem haben *Solger*, *Dimmer* und *Greeff* diesen Befund bestätigt und *Dimmer* fand, dass diese verlagerten Zapfen abnorm gebildet sind, indem eine deutliche Sonderung von Aussen- und Innenglied fehlte. Sie schienen in der Umgebung der *Macula* fast in jeder *Retina* da und dort vorzukommen. Es handelt sich dabei wahrscheinlich, wie *Dimmer* annimmt, um einen abnormen Entwicklungsvorgang.

Die physiologische Bedeutung der Sehzellen ist insoweit klar, als wir nicht daran zweifeln können, dass sie — und zwar speziell die Stäbchen und Zapfen derselben — die anatomischen Elemente sind, in welchen die Lichtbewegung einen Prozess auslöst, der schliesslich die Sehempfindung bewirkt. Dies geht vor allem aus der Thatsache hervor, dass im *Fundus foveae*, welcher der Stelle des schärfsten Sehens entspricht, ausser Zapfen keine Elemente vorhanden sind, welche eine punktweise Abbildung eines Objektes vermitteln könnten und ferner aus den von *H. Müller* (Würzb. Verh. V. Bd. S. 411) zuerst ausgeführten und seitdem von anderen wiederholten und vervollkommneten Beobachtungen über die Verschiebung des Schattens der Retinagefässe, der sogenannten *Purkinje*'schen Aderfigur, welche als Ort der Abbildung die Stäbchen- und Zapfenschicht ergeben. Eine andere Frage ist es jedoch, ob wir, wie dies heute von *Koelliker* (II. Bd. S. 42) und der Mehrzahl der Autoren angenommen wird, berechtigt sind, die Sehzellen als Nerven- oder Ganglienzellen zu betrachten. Im Gehörorgane sind die reizaufnehmenden Elemente, wie die Entwicklungsgeschichte sicher ergiebt, echte Epithelzellen, die erst sekundär den Kontakt mit Nervenenden gewinnen; im Geruchsorgane dagegen ebenso sicher Ganglienzellen, welche aus Epithelzellen sich entwickeln, indem aus denselben direkt Neuritfortsätze auswachsen. Welcher Natur sind nun die Sehzellen? Ich glaube, dass

man dieselben als einen besonderen Typus von Elementen betrachten muss, welche weder den Epithelzellen, noch den Nervenzellen unbedingt zugerechnet werden können. Die Entwicklung erfolgt aus derselben Anlage, wie die der zweifellosen nervösen Zellen der *Retina* und da man die Sehzellen auf keinen Fall dem Stütz- oder Gliagewebe zurechnen kann, müsste man sie als Abkömmlinge von Neuroblasten, als Nervenzellen betrachten. Allein der anatomische Bau der Sehzellen stimmt mit jenem der Nervenzellen nicht überein. Selbst zugegeben, dass die Zapfen und Stäbchenkörner den Körpern einer besonderen Art von Ganglienzellen entsprechen können, so kann man doch weder die Stäbchen noch die Zapfen als Nerven- oder Protoplasmafortsätze erklären. Der Bau dieser Gebilde ist so eigenartig, in der Struktur so gänzlich von Nerven verschieden, dass man mit demselben Rechte Flimmerhaare oder Cuticularsäume als Nerven erklären könnte. Eher sind die Stäbchen- und Zapfenfasern nervenähnlich. Aber auch diese Gebilde sind schwer als bestimmte nervöse Bildungen, als Nervenfortsätze zu bezeichnen. Die Stäbchenfasern gleichen zwar feinsten Nervenfibrillen, doch könnte man offenbar nur den vom Stäbchenkorn nach innen abgehenden Faserantheil als Nervenfortsatz in Anspruch nehmen. Da aber, wie bereits erwähnt, ein solcher Abschnitt ganz fehlen kann, indem die Stäbchenzelle mit dem Korn ihr inneres Ende findet, ist schon aus diesem Grunde die Deutung der Stäbchenzellen als Ganglienzellen nicht zulässig. Zudem haben weder die Stäbchenkörner noch die Stäbchenfasern, wie *Dogiel* betont, die den Ganglienzellen, Dendriten und Neuriten bis in ihre feinsten Ausläufer zukommende Eigenschaft, bei vitaler Methylenblaufärbung sich zu färben. Noch weniger haben die relativ festen und dicken Zapfenfasern, die ebenfalls keine vitale Methylenblaufärbung annehmen, den Charakter von Nervenfortsätzen. Man müsste sie entweder als Neuritfortsätze, beziehungsweise Fibrillenbündel, wie in einem Achsencylinder, oder als Protoplasmafortsätze ansehen. Das können sie beides schon deshalb nicht sein, weil sie, wie *Dimmer* zweifellos für die Zapfenfasern der *Fovea* des Menschen direkt und aus den Erscheinungen der sogenannten *Haidinger*'schen Büschel — wie schon früher *Helmholtz* — indirekt bewies, doppelbrechend, und zwar negativ in Bezug auf die Faserrichtung sind; ein Charakter, der an Nervenelementen nur dem Marke markhaltiger Nervenfasern zukommt, wovon gar keine Rede bei den Zapfenfasern sein kann. So führt eine genaue Ueberlegung der histologischen Thatsachen zu der Ueberzeugung, dass die Sehzellen eigenartige Sinnesepithelzellen, nicht aber den Ganglienzellen vergleichbare Bildungen sind. Weitere Gründe für diese Auffassung ergeben sich aus der, insbesondere von *Ramon y Cajal* (in Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1896 p. 483) genauer verfolgten Entwicklung der Sehzellen. Es bildet sich zuerst ein nach aussen gegen die *Limitans externa* gerichteter Fortsatz aus den Embryonalzellen und erst später die nach innen gegen die Zwischenkörnerschicht gerichtete Faser. Bei echten Nervenzellen entwickelt sich aber zuerst der Neuritfortsatz, als welcher der später die Stäbchen und Zapfen bildende äussere Faserabschnitt auf keinen Fall betrachtet werden kann.

Die leichte Veränderlichkeit der Stäbchen macht es schwierig, über deren feinste Struktur ins Klare zu kommen. Nach *Ritter* sollte ein centraler Faden das Stäbchen durchziehen, doch ist dessen Präexistenz nicht erwiesen. Was die stärkeren Aufquellungen, Biegungen, Zerklüftungen, das körnige Aussehen u. s. w. der Stäbchen betrifft,

so ist es sicher, dass dieselben erst im Tode sich einstellen, indem wie schon bemerkt, die Zartheit der Stäbchen ungemein gross ist, so dass sie schon in den die *Retina* tränkenden Flüssigkeiten sehr bald sich verändern. Deshalb werden dieselben auch von Reagentien meist sehr stark angegriffen. Aether und Alkohol machen dieselben zusammenschrumpfen und runzelig, oft unkenntlich, lösen sie aber nicht, ebensowenig kochendes Wasser. In Essigsäure von 10 Proz. verkürzen sich dieselben augenblicklich sehr stark, blähen sich an mehreren Orten auf und zerfallen in helle Tröpfchen, die anfänglich noch Widerstand leisten, später dagegen verschwinden (die Stäbchen der Frösche quellen in Essigsäure um das Zwei- bis Dreifache auf und rollen sich meist ein). Starke Essigsäure löst sie in kurzer Zeit, ebenso Alkalien und Mineralsäuren, wogegen verdünnte Chromsäure sie, wenn auch etwas geschrumpft, doch ziemlich gut erhält. Verdünnte Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure machen die Stäbchen aufquellen, ebenso stark verdünnte Kalilauge, in der die Stäbchen der Frösche bis um das Zehnfache länger werden (*M. Schultze*). Durch gesättigte Zuckerlösung und H_2SO_4 werden sie roth, durch HNO_3 und KOH gelblich.

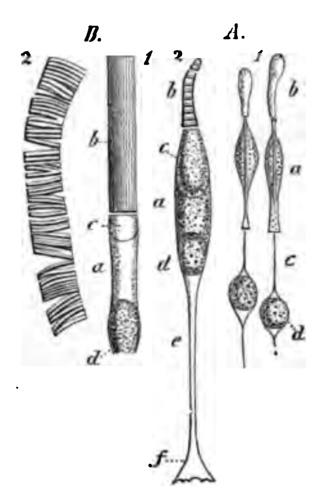


Fig. 1381.

Bei aller prinzipieller Uebereinstimmung im Baue der Sehzellen der Wirbelthiere zeigen sich doch mannigfaltige Verschiedenheiten, welche theils mit der systematischen Stellung der Thiere, in den einzelnen Klassen und Ordnungen aber mit der Lebensweise, — ob Tag- oder Nachtthiere u. s. w. — zusammenhängen. Unter den Säugethieren findet sich nur bei Affen eine *Macula lutea* mit *Fovea* wie beim Menschen, in welcher ausschliesslich modifizirte Zapfenzellen vorkommen. Bei vielen Säugethieren ist im Augenhintergrunde eine sogenannte *Area centralis,* welche jedoch keine *Fovea* zeigt, sondern im Gegentheile ein dickerer Theil der *Retina* ist, in welchem aber die Sehzellen, namentlich die Zapfen dünner sind als in der übrigen *Retina*. Zapfen und Stäbchen sind bei vielen Säugethieren von ähnlicher Form wie beim Menschen, so namentlich bei Affen, aber auch bei Hufthieren, wie beim Pferde, Schweine, Rinde, Schafe, ferner beim Hunde. Das Verhältniss der Länge von Aussen- und Innenglied ist ein sehr wechselndes. Beim Schweine z. B. sind die Stäbchenaussenglieder viel kürzer, etwa halb so lang als die Innenglieder, bei der Katze fast gleich lang, beim Kaninchen, besonders aber bei der Ratte viel länger; bei letzterer etwa dreimal so lang. Die Zapfen sind bei diesen die Dämmerung und Dunkelheit liebenden Nagern sehr klein und schwer aufzufinden, da ihre Innenglieder von jenen der Stäbchen kaum verschieden und nur die stark verkürzten Aussenglieder charakteristisch sind. Für die Maus, das Meerschweinchen, den Maulwurf, den Igel und die Fledermäuse stellte *M. Schultze* anfänglich das Vorkommen von Zapfen ganz in Abrede. Die Katze besitzt zweifellose Zapfen, die aber lang, schmal und wenig zahlreich sind und nur in der *Area* nach *Chievitz* (in Arch. f. Anatomie u. Physiol. 1889, Suppl.) dichter stehen. Die Stäbchenaussenglieder sind

Fig. 1381. *A.* Von *Macacus cynomolgus*. 1. Stäbchen nach Maceration in Jodserum, die Aussenglieder *b* geschrumpft, die Innenglieder *a* körnig geronnen und theilweise angeschwollen; *c* Stäbchenfaser, die aus einem Achsengebilde des Innern, dem sogenannten *Ritter*'schen Faden, zu entspringen scheint; *d* Stäbchenkorn. 2. Zapfen nach Maceration in verdünnter Salpetersäure. *a* Hinterer Theil des Zapfenkörpers, körnig; *c* vorderer Theil desselben, einen sogenannten linsenförmigen Körper (Ellipsoid) enthaltend; *b* Zapfenstäbchen mit Querstreifung; *d* Zapfenkorn; *e* Zapfenfaser; *f* Verbreitung derselben (sog. kegelförmiger Körper) mit feinen Ausläufern. Vergr. 500. *B.* Stäbchen des Frosches. 1. frisch, Vergr. 500. *a* Innenglied; *b* Aussenglied; *c* linsenförmiger Körper; *d* Stäbchenkorn. 2. Mit verdünnter Essigsäure behandelt, in Plättchen zerfallen. Vergr. 1000. Nach *M. Schultze*.

bei Thieren, wie beim Menschen, der Sitz des Sehrothes, doch fehlt dieses, nach *Kühne*, bei *Rhinolophus hipposideros*. — Bei den Vögeln sind die Zapfen im Allgemeinen schmal, sehr zahlreich und im Innengliede, knapp an der Grenze gegen das Aussenglied, mit einer, die ganze Dicke einnehmenden Kugel einer ölartigen Substanz versehen, welche entweder farblos oder gelb bis orange, rubinroth, gelb-grünlich oder grünblau gefärbt ist. Die verschieden gefärbten Kugeln gehören wie *Van Genderen Stort* und *Waelchli* (in Arch. f. Ophthalm. 29. Bd.) zeigten, vier verschiedenen Reihen von Zapfen an. Die grünlichen Kugeln liegen am meisten nach Innen. Die bunten Kugeln gewähren an einer frischen, von der Fläche gesehenen Hühner- oder Taubenretina einen prächtigen Anblick. Diese verschiedenfarbigen Kugeln müssen einen theilweise absorbirenden Einfluss auf die Farben ausüben und es liegt nahe mit *Hensen* und *M. Schultze* daran zu denken, dass die verschiedenfarbigen Kugeln der Zapfen mit der Farbenempfindung in Beziehung stehen. Dicht nach innen an den Kugeln anliegend, findet man einen etwas stärker lichtbrechenden, homogen aussehenden, ellipsoidischen Körper. Ausserdem kommen auch Zapfen ohne Oelkugeln vor. Den Stäbchen der Vögel fehlen die Oelkugeln, dagegen findet sich an der Grenze des Innengliedes gegen das Aussenglied ein (oder mehrere) etwas stärker lichtbrechender linsenförmiger Körper. Die Stäbchen sind im Allgemeinen wie bei den Säugethieren Sitz des Sehpurpurs, doch konnte *Kühne* bei Hühnern und Tauben keinen Sehpurpur wahrnehmen. Die Zahl der Stäbchen ist den Zapfen gegenüber viel geringer als bei den Säugethieren. Nur bei den Eulen fand *M. Schultze* ein bedeutendes Zurücktreten der Zahl der Zapfen, unter welchen ausserdem solche mit lebhaft gefärbten Kugeln ganz fehlen. Dem gegenüber behauptet *W. Krause* bei *Strix noctua* annähernd ebenso viele Zapfen gefunden zu haben, wie beim Falken, nämlich ca. 11000 auf einem Quadratmillimeter, beim Menschen 6000 bis 7000. — Bei vielen Vögeln kommt eine einfache oder häufig auch doppelte *Fovea* von ähnlichem Baue wie beim Menschen vor. — Bei den Reptilien (Schlangen, Eidechsen, Schildkröten) scheinen die Stäbchenzellen ganz zu fehlen und nur Zapfen vorzukommen (*M. Schultze*), doch sind auch hier zweierlei Sehzellen vorhanden (*W. Krause*), wenn auch keine derselben mit den Stäbchenzellen der Säugethiere eine nähere Uebereinstimmung zeigt. Bei den Eidechsen finden sich, ähnlich wie bei Vögeln, gefärbte, jedoch nur gelbe Oelkugeln in den Innengliedern; bei den Schlangen fehlen diese. Sehpurpur suchte *Kühne* bei der Ringelnatter, der glatten Natter und bei der Blindschleiche vergebens. Bei einigen Reptilien kommt eine *Fovea* vor, die insbesondere beim Chamäleon öfter eingehend untersucht wurde. — Die Amphibien zeichnen sich durch Stäbchen mit besonders dicken und langen Aussengliedern aus, welche beim Frosche grösstentheils Träger von Sehpurpur, zum kleinen Theile aber auch eines grünen Farb-

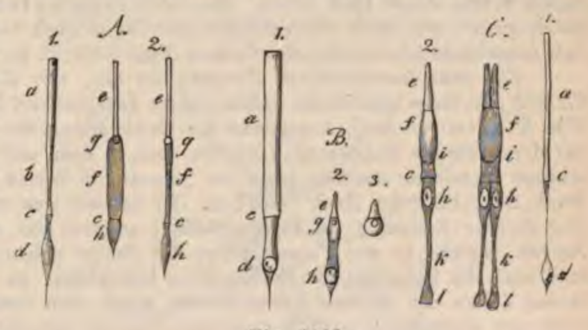


Fig. 1382.

Fig. 1382. Stäbchen und Zapfen von Thieren. *A.* Von der Taube. Vergr. 450. 1. Stäbchen. *a* Eigentliches Stäbchen; *b* blasses inneres Ende desselben; *c* Demarkationslinie an der Grenze der Stäbchenschicht (*Limitans ext.*); *d* Korn der äusseren Körnerschicht. 2. Zapfen. *c* wie vorhin; *e* Zapfenstäbchen; *f* eigentlicher Zapfen; *g* Fetttropfen in demselben; *h* Zapfenkorn oder kernführende Anschwellung des Zapfens. *B.* Vom Frosch. Vergr. 350. Bezeichnung wie vorhin. 3. Aufgequollener Zapfen. *C.* Vom Flussbarsch. Vergr. 350. Bezeichnung wie vorhin. *i* Stelle, wo der Zapfen gewöhnlich abreisst; *k* Zapfenfaser; *l* Korn der inneren Körnerlage. 3. Zwillingszapfen. Nach *H. Müller* (s. *Ecker*, Icones phys. Retinatafel).

stoffes (*Boll, Kühne*) sind. Die Innenglieder enthalten einen linsenförmigen Körper; die grünen Stäbchen haben ein kürzeres Aussenglied als die rothen. Nach *Gradenigo* sollten sich die Stäbcheninnenglieder im Lichte verkürzen. Die Zapfen sind beim Frosche sehr klein und unscheinbar, aber in hohem Maasse kontraktil (siehe oben). Das Innenglied dieser Zapfen enthält einen ellipsoidischen oder linsenförmigen Körper und eine Oelkugel. Ausserdem kommen beim Frosche auch nichtkontraktile Zapfen vor, welche keine Oelkugeln enthalten. Die Stäbchen und Zapfen der **Fische** sind in ihrer Form jenen der Säugethiere einigermassen ähnlich und die Stäbchen auch hier ausschliesslicher Sitz des Sehrothes. Die Stäbchenaussenglieder sind sehr dick, die Innenglieder dagegen auffallend dünn und an der Verbindungsstelle mit dem Aussengliede mit einem linsenförmigen Körper versehen. Die Stäbchenfasern enden an der äusseren granulirten Schicht, wie bei den Säugethieren mit einfachen knöpfchenförmigen Anschwellungen, während sie bei den Fröschen und Vögeln, mit Ausnahme der Nachtvögel, ähnlich wie die Zapfenfasern der Säugethiere, mit einer konischen Endanschwellung, von welcher mehrere horizontale kurze Seitenäste abgehen, versehen sind (*Ramón y Cajal*). Wie unter den Säugethieren, giebt es auch unter den Fischen solche, welchen die Zapfen zu fehlen scheinen, beziehungsweise Stäbchen und Zapfen schwer zu unterscheiden sind (Aal, Rochen und Haie).

Bei den Sauropsiden und Ichthyopsiden, nicht aber bei den Säugethieren, finden sich zu zweien seitlich verwachsene Zapfen, welche als **Doppelzapfen** und **Zwillingszapfen** unterschieden werden. Die **Doppelzapfen** bestehen aus einem höheren Hauptzapfen und einem kleineren Nebenzapfen, welche mit ihren Innengliedern verwachsen sind. Bei den Vögeln, Eidechsen und Fröschen ist der Nebenzapfen ohne Oelkugel und linsenförmigen Körper. Die beiden Zapfenfasern enden nach *Ramón y Cajal* nicht in gleicher Höhe an der äusseren granulirten Schicht, sondern jene der Hauptzapfen etwas weiter nach innen. Die **Zwillingszapfen** sind zwei gleichgebaute und gleich grosse, mit ihren Innengliedern der Länge nach verwachsene Zapfen. Sie finden sich ausschliesslich bei Knochenfischen (Fig. 1382, *C*, 3).

Ein ganz unerklärlicher Vorgang ist die, von *E. Fick* (in Arch. f. Ophthalm. 37. Bd.) allerdings bestrittene, reflektorische Erregbarkeit der Pigmentzellen der Netzhaut. Wie *Engelmann* fand, kann man die Lichtstellung des Pigmentes bei Fröschen nicht nur durch direkte Belichtung, sondern auch in dem mit lichtdichten Bedeckungen versehenen Auge vom anderen Auge aus, ja sogar in beiden im Dunkel befindlichen Augen durch Belichtung der Haut bewirken. Es handelt sich also in diesen Fällen nicht um eine direkte Erregung der Pigmentzellen, sondern um einen reflektorischen Vorgang. Nerven, welche zu den Pigmentzellen der *Retina* gehen, sind nicht bekannt. Wollte man auch die Sehzellen als Nervenzellen betrachten, so müsste man in denselben und in den Zellen der inneren Körnerschicht neben dem centripetal erregenden Sehprozess noch eine centrifugale Leitung annehmen, was mit den herrschenden Lehren über Nervenleitung nicht vereinbar ist.

§ 336.

Die Gehirnschicht der Netzhaut.

Die **äussere feinkörnige Schicht** (Zwischenkörnerschicht *H. Müller* zum Theil, äussere granulirte Schicht *Henle*, äussere retikuläre Schicht *Schwalbe*, Basalschicht *Ranvier*, äussere plexiforme Schicht *Ramón*) erscheint an Durchschnitten fixirter und gefärbter Präparate als eine in der Regel von Zellkernen freie, bei schwächeren Vergrösserungen körnige, bei starker Vergrösserung theilweise feinfaserige Lage, welche die Sehzellenschicht mit der inneren Körnerschicht verbindet und ohne scharfe Grenze in die letztere übergeht. Sie besteht erstens aus den inneren Enden der Sehzellen, also den knöpfchenförmigen Enden der Stäbchenfasern, sowie den konischen Enden der Zapfenfasern, von welchen schräg oder horizontal abzweigende kurze Endfäserchen abgehen. Diese Enden

der Zapfenfasern liegen etwas mehr nach innen als die Knöpfchen der Stäbchenfasern. Mit den Enden der Sehzellen stehen nun zweitens zahlreiche nervöse, vorwiegend horizontal, zum Theil auch radiär an die Endknöpfchen der Stäbchenfasern verlaufende Fäserchen in Berührung und Verflechtung, welche aus der inneren Körnerschicht kommen. Die äussere feinkörnige Schicht besitzt daher keine selbständigen Elemente. Einen sehr verwickelten und in seinen Einzelheiten schwer zu entwirrenden Bau besitzt die innere Körnerschicht (äussere gangliöse Schicht *Henle*, *Ganglion retinae* und Schicht der Spongioblasten *W. Müller*), deren wesentliche Elemente mannigfaltig gestaltete Nervenzellen sind, welchen sich vielleicht auch Gliazellen beimischen. Die Dicke dieser Schicht beträgt 16—38 μ (*H. Müller*). Im hinteren Theile der *Retina* zeigt dieselbe 5—9 Lagen von Kernen, in einer Entfernung von 12—15 mm vom Opticuseintritt aber in der Regel nur mehr zwei Lagen. Unter den Nervenzellen lassen sich drei Haupttypen erkennen, welche man als Bipolarzellen, Horizontalzellen und Spongioblasten unterscheiden kann. Die Horizontalzellen (*Ramón*) bilden die äusserste Lage und wurden früher vielfach als Theil der äusseren granulirten Schicht oder als besondere Schicht (*Membrana fenestrata Krause*, Schicht der tangentialen Fulcrumzellen *W. Müller*, Basalzellen *Ranvier*) unterschieden. An Methylenblau- oder *Golgi*-Präparaten erscheint diese Lage bei schwacher Vergrösserung in der Fläche angesehen, wie ein



Fig. 1383.

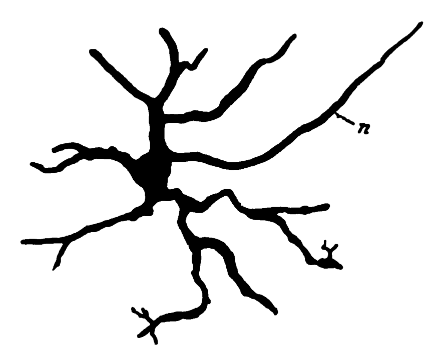
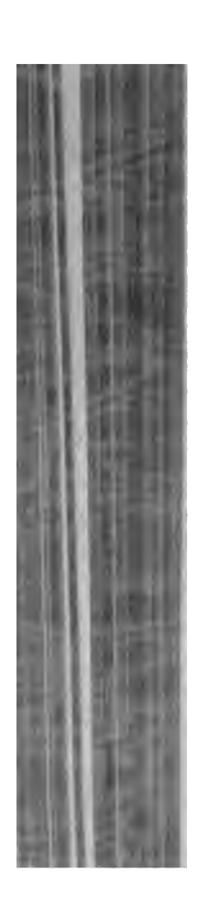


Fig. 1384.

Netz, dessen Knotenpunkte von den Zellkörpern, dessen Balken von den nach allen Richtungen sich verzweigenden und sich überkreuzenden Fortsätzen der Zellen gebildet werden (Fig. 1383). Dieses anscheinende Zellennetz wurde bei niederen Wirbelthieren von *H. Müller* und *M. Schultze*, von *Koelliker* bei

Fig. 1383. Horizontalzellen an einem Flächenschnitt der *Retina* der Katze. *Golgi*-Präparat. Vergr. 325. *a* und *b* grosse, *c* und *d* kleinere. Nur die gröberen Aeste imprägnirt. *n* Nervenfortsatz.

Fig. 1384. Horizontalzelle von der *Retina* der Katze. Flächenschnitt von einem *Golgi*-Präparat. Vergr. 325. *n* Nervenfortsatz, die übrigen sind Protoplasmafortsätze. Die Endverzweigungen sind nicht dargestellt.



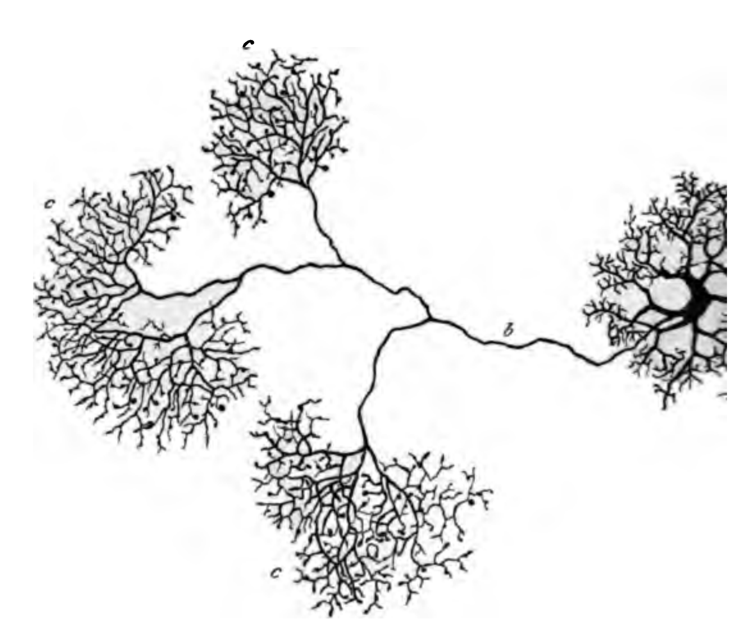


Fig. 1385.

der älteren Autoren wenigstens theilweise als berechtigt erscheinen
nervösen Horizontalzellen (Fig. 1384) besitzen einen flach gewölb
Konvexität nach innen gewendeten Zellkörper von 12—35 μ Di
Golgi-Präparaten von der Katze gemessen, 11—15 μ beim Mens

Zellkörper oder einem der Hauptfortsätze geht ein Nervenfortsatz ab, welcher einen bis 1 mm langen Verlauf hat und dabei ganz allmählich gegen die äussere Körnerschicht emporsteigt, dabei ab und zu einen Seitenast abgiebt und endlich nach 3—4 maliger dichotomischer Theilung sich in zierliche, Spalierbäumchen vergleichbare, Endgeäste auflöst (Fig. 1385). An den terminalen Fädchen finden sich knotige Verdickungen, aus welchen noch feine kurze Fäserchen hervorragen. Diese Endbäumchen liegen zwischen den Körnern der Sehzellen. Wie weit dieselben nach aussen vordringen, ist aus den Mittheilungen *Marenghi's* nicht zu entnehmen und nach den Darstellungen von *Ramón y Cajal* u. A. und so weit ich selbst sehe, würden diese Enden das innere Ende der Sehzellen nicht überschreiten, wie schon der Name Horizontalzellen ausdrückt. Ausser den Horizontalzellen, deren Körper nach innen stumpf abgerundet ist, giebt es (nach *Kallius* namentlich schön beim Pferde ausgebildet) noch eine zweite Art grosser Horizontalzellen, welche nach innen einen Protoplasmafortsatz abgeben, der die innere Körnerschicht radiär durchdringt und sich in der inneren feinkörnigen Schicht in horizontale Endäste auflöst. Das äussere Ende dieser Zellen würde sich aber in seinem Verhalten nicht von jenen Horizontalzellen unterscheiden, deren Körper ausschliesslich an der äusseren Grenze der inneren Körnerschicht seine Lage hat. Die grosse Zahl der Horizontalzellen bei allen Wirbelthieren lässt nicht daran zweifeln, dass dieselben wesentliche Elemente der *Retina* sind; ihre physiologische Bedeutung ist unklar, doch sind sie wohl ungeeignet, lokalisirte Empfindungen zum Gehirn zu leiten. Anscheinend etwas leichter verständlich in ihrer physiologischen Bedeutung, sind die Bipolarzellen, welche vorzüglich die mittlere Lage der inneren Körner bilden. Wie *Ramón y Cajal* feststellte und leicht zu bestätigen ist, giebt es zwei typisch verschiedene Arten von Bipolarzellen, welche im Allgemeinen, wie schon die Isolationsmethoden ergeben, radiär nach innen und aussen gerichtete Hauptfortsätze besitzen. Der innere Fortsatz kann sowohl nach den Ergebnissen der Isolation (*Schwalbe*), als nach den Bildern, welche die neueren Methoden zeigen mit grosser Wahrscheinlichkeit als Nervenfortsatz, der äussere als Protoplasmafortsatz betrachtet werden. Nach dem Verhalten des äusseren Fortsatzes unterscheidet *Ramón y Cajal*: 1. Bipolarzellen mit vertikal sich ausbreitendem Büschel oder Bipolarzellen für die Stäbchen (Fig. 1386, *s*, 1387, *sb*). Der äussere Fortsatz geht nach zwei- bis dreimaliger, oder noch reichlicherer dichotomischer Theilung in, der Hauptsache nach radiär gerichtete, kurze Endästchen über, welche die knopf-

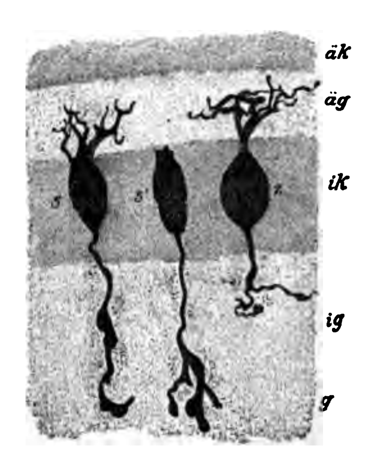


Fig. 1386.

Fig. 1386. Bipolarzellen von der *Retina* des Hundes. *Golgi*-Präparat. Vergr. 700. *äk* äussere Körnerschicht; *äg* äussere feinkörnige und äussere Faserschicht; *ik* innere Körnerschicht; *ig* innere feinkörnige Schicht; *g* Ganglienzellenschicht; *s* Stäbchenbipolare; *s'* ebenso mit nicht imprägnirtem äusseren Fortsatze; *z* Zapfenbipolare.

förmigen Enden der Stäbchenfasern gabelig umfassen. Der innere oder Nervenfortsatz dringt ungetheilt durch die innere granulirte Schicht und legt sich mit einem spärlichen, oft nur aus 2—3 kurzen, knopfförmig endenden Zweigen bestehenden Endgeäste häufig, wenn auch keineswegs immer, an den Körper einer Ganglienzelle an. 2. Bipolarzellen mit in der Fläche sich ausbreitendem Büschel oder Bipolarzellen für die Zapfen. Der äussere Fortsatz dieser Zellen breitet sich in fast horizontaler Richtung in der äusseren granulirten Schicht auf einer erheblichen Fläche mit vielen feinen Endästchen aus (Fig. 1386, *z*, 1387, *zb*). *Ramón y Cajal* vermuthet, dass die Dendriten dieser Zellen nur mit Zapfen in Beziehung stehen, was indessen, wie auch *Kallius* hervorhebt, mit Rücksicht auf die weite Ausbreitung dieser Dendriten nicht sehr wahrscheinlich ist. Der innere oder Nervenfortsatz dieser sogenannten Zapfenbipolaren dringt ebenfalls radiär in die innere feinkörnige Schicht und endet dort bald nahe der inneren, bald näher der äusseren Grenze dieser Lage mit einem kurzen Endbäumchen (Fig. 1386), das niemals direkt mit der Oberfläche einer Ganglienzelle in Berührung tritt. Als einen dritten Typus von Bipolarzellen unterscheidet *Ramón* solche von riesiger Grösse, welche sich durch einen mächtigen Zellkörper und ein weit ausgebreitetes horizontales Geäste des äusseren Fortsatzes auszeichnen, sonst aber von den sogenannten Zapfenbipolarzellen nicht wesentlich verschieden sind. Die Bipolarzellen stehen einerseits durch ihre Protoplasmafortsätze in direktem Kontakte mit den Sehzellen, andererseits durch ihren Nervenfortsatz mit den Ganglienzellen und zwar die Stäbchenbipolaren, wenigstens zum grossen Theile, direkt mit dem Körper der ersteren, die sogenannten Zapfenbipolaren mit den Protoplasmafortsätzen derselben. Da die Nervenfortsätze der Ganglienzellen zu Sehnervenfasern werden, erscheinen die Bipolarzellen als geeignete Elemente, um die Erregungen der Sehzellen dem Sehnerven und weiterhin dem Gehirne zuzuleiten. Doch ist auch diese sogenannte direkte Leitung nicht so isolirt, dass eine reine Uebertragung der Erregung einer Sehzelle auf eine Opticusfaser aus derselben begreiflich würde. Eine sowohl von den Horizontalzellen, als den Bipolarzellen wesentlich verschiedene Art von Nervenzellen stellen die an der inneren Grenze der inneren Körnerschicht eine einfache Lage bildenden Spongioblasten (*W. Müller*, unipolare Zellen *Ranvier*, amakrine Zellen *Ramón y Cajal*, parareticuläre Zellen *Kallius*) dar. Sie wurden zuerst von *Vintschgau* (1854)

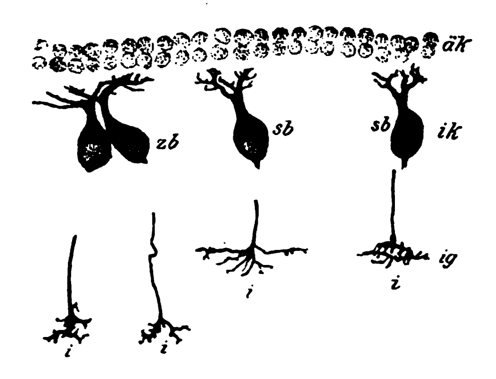


Fig. 1387.

Fig. 1387. Etwas schräger Schnitt durch die *Retina* der Katze. *Golgi* Präparat. *äk* Aeussere Körnerschicht; *ik* innere Körnerschicht; *ig* innere feinkörnige Schicht; *sb* Stäbchenbipolare; *zb* Zapfenbipolare (innere Fortsätze schräg abgeschnitten); *i i* innere Fortsätze von Bipolaren (letztere von einer anderen Stelle desselben Schnittes, die beiden links wahrscheinlich Stäbchen-, die beiden rechts Zapfenbipolaren entsprechend).

als besondere Elemente erkannt, später von *W. Müller* als Zellen des Stützgewebes, welche mit der Bildung der Glia der inneren feinkörnigen Schicht in Beziehung stehen sollten, erklärt. An Schnitten fixirter und gefärbter Netzhäute fallen die Spongioblasten durch ihre stärker färbbare, mit einem dichteren Chromatinnetze versehenen Kerne auf. Erst die neueren Methoden brachten Aufschluss über den Verzweigungstypus dieser Zellen, von welchen man früher nur wusste, dass ein Fortsatz in der inneren feinkörnigen Schicht sich verliert. Mit der Chromsilber und der Methylenblaumethode zeigen die Spongioblasten im Allgemeinen einen gegen die äussere, der Körnerschicht zugewendeten Seite abgerundeten, mehr weniger gewölbten Zellkörper, der an dieser Fläche keine Fortsätzte abgiebt, während die innere Seite entweder mehr weniger abgeflacht oder selbst konkav ist und nach mehreren Richtungen in reich verästelte, lange Fortsätze übergeht, oder zu Einem derben Fortsatz in radiärer Richtung sich verschmälert, der alsbald reichlich sich verästelt. Die sich verästelnden Fortsätze haben alle denselben Charakter; ein besonderer Nervenfortsatz ist in der Regel nicht nachzuweisen und *Ramón y Cajal* nannte daher diese Zellen amakrine, d. h. ohne langen Fortsatz. Die Spongioblasten oder amakrinen Zellen sind von wechselnder Grösse (10—13 μ) und zeigen ein verschiedenes Verhalten der terminalen Aeste der Fortsätze. Nach dem letzteren unterschied *Ramón y Cajal* diffuse und schichtbildende Amakrinen oder Spongioblasten. Die diffusen Spongioblasten verzweigen sich unter wiederholten Theilungen in immer feiner werdende Fäden, welche schliesslich frei auslaufen oder knöpfchenförmige Anschwellungen zeigen, in der ganzen Dicke der inneren feinkörnigen Schicht. Man kann dieselben in zwei Typen trennen, die nach der Art der Verästelung der Fortsätze sich unterscheiden lassen. Die einen zeigen eine mehr baumartige, die andern eine Verästelung in relativ lange, geradlinig verlaufende Zweige. Die schichtbildenden Spongioblasten dagegen zeigen einen kürzeren oder längeren, radiär nach innen verlaufenden, starken Hauptfortsatz, von dessen Ende nach allen Seiten rechtwinklig in die horizontale Richtung abbiegende, sich weiter verzweigende Seitenäste abgehen, die ohne die horizontale Richtung wesentlich zu verlassen, unter wiederholten Theilungen in Endfäserchen sich auflösen. Die Ebene, innerhalb welcher die Verzweigung der Seitenäste erfolgt, liegt bald nahe an der Ganglienzellenschicht, bald dicht an der inneren Körnerschicht, oder in dazwischen liegenden Ebenen der inneren feinkörnigen Schicht. Es lassen sich so bis zu fünf Schichten (bei Vögeln) unterscheiden, die jedoch, wenigstens bei Säugethieren, keineswegs eine regelmässige und konstante Anordnung zeigen.

Fig. 1388.

Fig. 1388. Von einem senkrechten Durchschnitte durch die *Retina* des Kalbes. *Golgi*-Präparat. Vergr. 325. Zwei Spongioblasten im Profil mit weit ausgedehnter, nur zum Theile dargestellter horizontaler Ausbreitung der Verästelung in der äusseren Lage der inneren feinkörnigen Schicht.

Viel wichtiger, als die Unterscheidung der Spongioblasten als schichtbildende und diffuse, ist die von *S. Rámon* allerdings mit überzeugender Sicherheit erst für die Vögel, weniger bestimmt für die Säugethiere nachgewiesene Thatsache, dass es Spongioblasten ähnlich den Horizontalzellen giebt, welche einen Neuritfortsatz besitzen, der an der inneren Grenze der Körnerschicht verlaufend, weit entfernte Amakrinen mit einander in Verbindung setzt. *Ramon* nennt sie daher Associations-Amakrinen. Nach *Marenghi* sollen auch Zellen vom Charakter der Spongioblasten vorkommen, welche einen langen Neuritfortsatz abgeben, der gegen die äusseren Retinaschichten verläuft. Die Spongioblasten stehen mit den Sehzellen in keiner direkten Beziehung, sondern treten nur mit den Endbäumchen der Bipolaren, den Protoplasmafortsätzen der Ganglienzellen und die Associations-Amakrinen, wie weiter unten noch besprochen werden soll, mit Enden centrifugaler Nervenfasern in Kontakt, welche aus dem Gehirn kommen.

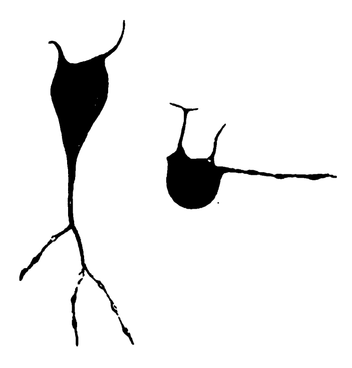
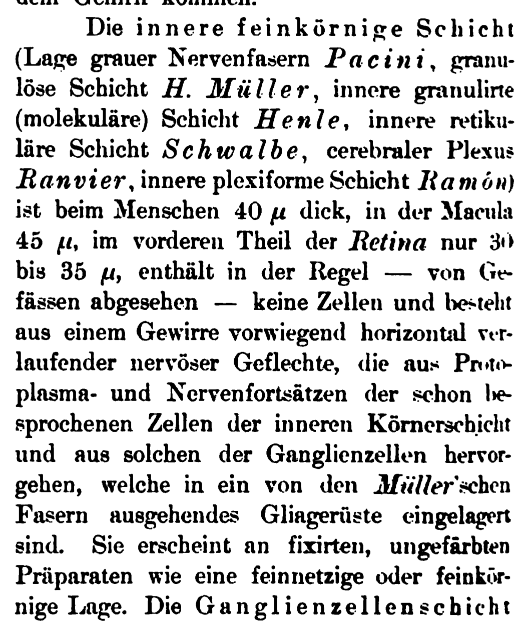


Fig. 1389.



Die innere feinkörnige Schicht (Lage grauer Nervenfasern *Pacini*, granulöse Schicht *H. Müller*, innere granulirte (molekuläre) Schicht *Henle*, innere retikuläre Schicht *Schwalbe*, cerebraler Plexus *Ranvier*, innere plexiforme Schicht *Ramón*) ist beim Menschen 40 μ dick, in der Macula 45 μ, im vorderen Theil der *Retina* nur 30 bis 35 μ, enthält in der Regel — von Gefässen abgesehen — keine Zellen und besteht aus einem Gewirre vorwiegend horizontal verlaufender nervöser Geflechte, die aus Protoplasma- und Nervenfortsätzen der schon besprochenen Zellen der inneren Körnerschicht und aus solchen der Ganglienzellen hervorgehen, welche in ein von den *Müller*'schen Fasern ausgehendes Gliagerüste eingelagert sind. Sie erscheint an fixirten, ungefärbten Präparaten wie eine feinnetzige oder feinkörnige Lage. Die Ganglienzellenschicht

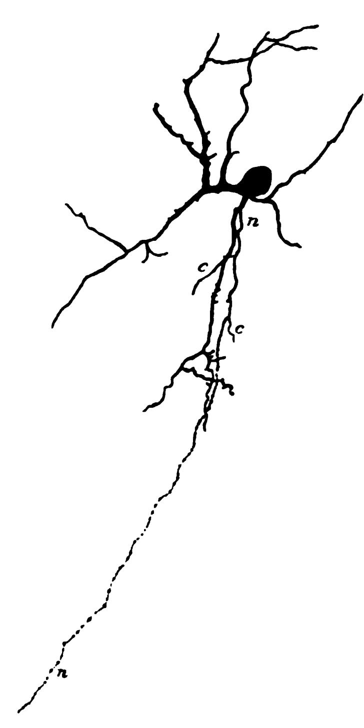


Fig. 1390.

Fig. 1389. Zwei Ganglienzellen des Menschen. Vergr. 350. Die kleinere mit zwei Fortsätzen nach aussen und nur einer entspringenden varikösen Nervenfaser, die andere mit einem sich theilenden Fortsatze, der in drei Nervenfasern übergeht, und zwei abgerissenen Fortsätzen (aus Mikrosk. Anat.).

Fig. 1390. Ganglienzelle von der *Retina* der Katze. *Golgi*-Präparat. Vergr. 325. *n* Neuritfortsatz mit Collateralen *c*. Die übrigen Fortsätze Dendriten.

(Nervenzellenschicht *H. Müller*, innere gangliöse Schicht *Henle*, *Ganglion n. optici W. Müller*, multipolare Zellen *Ranvier*) besteht im grössten Theile der *Retina* aus einer einfachen Lage von Nervenzellen, welche nur in der Gegend der *Macula* in mehreren Reihen übereinander sich finden. Die Ganglienzellen sind 9—36 μ (*Koelliker*) gross, zeigen einen bläschenförmigen Kern mit schönem Kernkörperchen und alle wesentlichen Strukturverhältnisse grösserer Ganglienzellen der Centralorgane (siehe II. Bd., S. 811). Im ganz frischen Zustande sind sie fast glasartig durchsichtig. Die *Nissl*'schen Körner

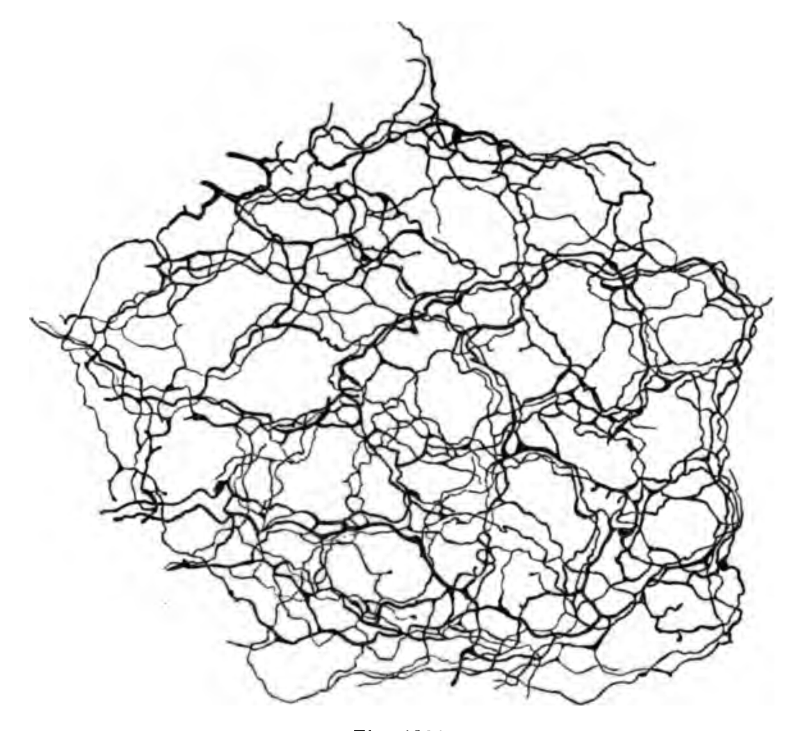


Fig. 1391.

derselben haben in neuerer Zeit *Birch-Hirschfeld* (l. c.) und *Abelsdorff* untersucht, die fibrilläre Struktur der Ganglienzellen sowie von anderen nervösen Zellen der *Retina* verfolgte *Emden* (in Arch. f. mikr. Anat. 57. Bd.). Jede Ganglienzelle besitzt einen Neuritfortsatz, der in eine Opticusfaser der Nervenfaserschicht entweder direkt von der inneren Seite des rundlichen Zellkörpers abgeht, oder von einem der stärkeren Protoplasmafortsätze. Die Neuritfortsätze der Ganglienzellen gehen nur zum Theile ungetheilt in die Nervenfaserschicht. Wie in neuerer Zeit *Marenghi* nachwies, finden sich auch solche, welche — bevor sie in der Nervenfaserschicht sich verlieren — unter fast rechten Winkeln

Fig. 1391. **Nervennetz in der Ebene der Ganglienzellen. Nach *Marenghi*. *Golgi*-Methode. Die grösseren leeren Zwischenräume entsprechen den Stellen, an welchen sich Ganglienzellen befinden.**

Collateralen abgeben, die einen feinen Nervenplexus herstellen, in dessen Maschen die Ganglienzellen liegen (Fig. 1391). Die Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen — von *Bowman* (Lectures on the eye p. 125) entdeckt — gehen im Allgemeinen von der äusseren Zellseite ab, doch finden sich in der Art der Verästelung Verschiedenheiten, indem an manchen Ganglienzellen die Protoplasmafortsätze aus den seitlichen Zellflächen sich abzweigen. Ausnahmsweise kommen auch Anastomosen von Ganglienzellen vor. Den Zusammenhang der Ganglienzellen mit Opticusfasern sah zuerst *Corti* (1850); dies wurde bald von *Remak*, *Koelliker* und *H. Müller* bestätigt. Im Bereiche der *Macula* zeigen die Ganglienzellen eine deutlich gestreckte Gestalt, indem das äussere Zellende einen Fortsatz besitzt, welcher sich in Protoplasmaästchen auflöst, während das innere Zellenende in eine Opticusfaser übergeht. Wie unter den Spongioblasten, beziehungsweise amakrinen Zellen, hat *Ramón y Cajal* auch unter den Ganglienzellen solche mit diffusen Protoplasmafortsätzen, welche sich durch die ganze innere granulirte Schicht verbreiten und schichtbildende, welche nur im Bereiche der Verzweigungen der schichtbildenden Spongioblasten ihre Protoplasmafortsätze ausbreiten, unterschieden. Bei den Säugethieren sind aber diese Schichtbildungen bei den Ganglienzellen ebensowenig regelmässig, wie bei den Spongioblasten.

Die Nervenfaserschicht (Schicht der Opticusfasern) setzt sich aus feinen im Mittel 1—2 μ, in den Extremen 0,5—5 μ dicken, leicht varikös werdenden, marklosen Nervenfasern zusammen, welche in Bündel von meist 22—26 μ Dicke, geflechtartig angeordnet sind und von der Sehnervenpapille nach allen Richtungen ausstrahlen. Dem entsprechend ist diese Schicht rings um die Papille am mächtigsten und zeigt in 0,5 mm Entfernung vom Rande der Papille eine Dicke von 0,2 mm, die aber rasch abnimmt, in 5 mm Entfernung nur mehr 20—30 μ beträgt und bereits in 8 mm Entfernung kaum mehr als 12 μ misst. Die gegen die *Macula* von der Papille ausstrahlenden Fasern ziehen in gerader Richtung lateralwärts und zeichnen sich durch besondere Feinheit aus (Maculabündel). Am gelben Flecke geht nur ein kleiner Theil Opticusfasern in geradem Verlaufe gegen das mediale Ende desselben, während der andere, viel grössere, um den seitlichen Theil desselben zu erreichen, je weiter nach vorn um so grössere Bogen beschreibt. Alle diese Fasern verlieren sich am Flecke selbst in der Tiefe zwischen seinen Nervenzellen, so dass derselbe keine oberflächliche Lage von Opticusfasern hat, da hier, wie zuerst *Remak* vermuthete, zahlreiche Nervenfasern ihren Ursprung nehmen. An der lateralen Seite des gelben Fleckes strecken sich die Fasern nach und nach, so jedoch, dass sie anfangs noch eine Strecke weit bogenförmig gegen einander sich zuneigen und weiterhin durch einen helleren, in der horizontalen Verlängerung des gelben Fleckes liegenden Streifen getrennt sind, bis sie zuletzt wieder alle einen geraden Verlauf annehmen. Die Opticusfasern bestehen zum grössten Theile aus den Neuritfortsätzen der Ganglienzellen der *Retina* und gehen in markhaltige Nervenfasern des Sehnerven und durch diesen centripetal durch das Chiasma und den *Tractus opticus* zu den äusseren Kniehöckern, dem Seh- und vorderen Vierhügel (siehe Bd. II, S. 583). Ein kleinerer Theil der Sehnervenfasern ist aber, wie die Untersuchungen von *Ramón y Cajal* und *Dogiel* ergeben, centrifugaler Natur, welche in der *Retina* mit Telodendrien frei enden und wie man wohl annehmen muss, von

Ganglienzellen des Gehirns kommen (siehe Bd. II, S. 587). Sie sind bei Säugethieren schwerer nachzuweisen als bei Vögeln, und *Kallius* konnte sie bei ersteren nicht finden. Wie *Ramón y Cajal* wenigstens für die Vögel sicherstellte, endigen diese centrifugalen Fasern mit einem spärlichen Endgeäste, welches den Körper der Associations-Amakrinen (siehe oben) umgreift und mit denselben in direktem Kontakte ist. Eine andere Art centrifugaler Nervenenden beschreibt *A. Dogiel* vorzüglich bei Vögeln. Es sind dies terminale, dendritische Verzweigungen von — aus der Nervenfaserschicht kommenden — Neuriten, welche die Protoplasmafortsätze gewisser Spongioblasten dicht umflechten, wodurch *Dogiel* ursprünglich zu der später von ihm selbst berichtigten Meinung verführt wurde, dass aus den Verzweigungen von Protoplasmafortsätzen – durch allmähliche Vereinigung — Opticusfasern entstehen. *Ramón* konnte diese Art centrifugaler Nervenendigung nicht auffinden und ist derselbe geneigt an Verwechslungen mit Nervenfortsätzen von Associations-Amakrinen, welche *Dogiel* nicht kannte, zu denken. Die Frage der centrifugalen Opticusfasern erfährt eine weitere Komplikation durch die oben erwähnten, von *Marenghi* entdeckten Collateralen der aus Ganglienzellen der *Retina* entspringenden Opticusfasern, welche rückläufig zwischen die Ganglienzellen eindringen. Doch würden diese Collateralen mit den von *Ramón y Cajal* und *Dogiel* beschriebenen centrifugalen Nervenfasern nichts zu thun haben, da die Collateralen *Marenghi's* in einen die Ganglienzellen umspinnenden Plexus eintreten und nicht zu den Spongioblasten vordringen. Immerhin bedarf das Verhalten der centrifugalen Nervenfasern noch weiterer Untersuchungen.

Die Gehirnschicht der **Netzhaut der Sauropsiden und Ichthyopsiden** zeigt wie die Sehzellenschicht bemerkenswerthe Verschiedenheiten von jener der Säugethiere, welche insbesondere durch die umfassenden Untersuchungen *Ramón's* genauer bekannt wurden. Es verdient vor allem betont zu werden, dass bei den Vögeln die innere Körnerschicht relativ sehr dick und mit vielen Lagen von Kernen übereinander versehen ist, was um so mehr auffällt, als die äussere Körnerschicht im Vergleiche zu jener der Säugethiere sehr dünn ist und nur wenige Kernlagen aufweist. Schon aus diesem gröberen Verhalten muss man erschliessen, dass die Gehirnschicht der Vogelretina von jener der Säugethiere sehr verschieden ist. Dasselbe gilt für die Sauropsiden überhaupt. Was die **Horizontalzellen** betrifft, so war schon lange bekannt, dass sie insbesondere bei den Fischen (*Membrana perforata Krause*, tangentiale Fulcrumzellen *W. Müller*) besonders stark entwickelt sind. Dagegen sind die Horizontalzellen bei den Reptilien und Vögeln weniger ausgebildet, was mit dem Fehlen (viele Reptilien) oder wenigstens mit der geringen Zahl der Stäbchen (Vögel) zusammenzuhängen scheint. Die **Bipolarzellen** zeigen nur bei den Fischen zwei Typen welche den bei den Säugethieren vorkommenden Stäbchen- und Zapfenbipolaren ähnlich sind, während bei den Fröschen, Reptilien und Vögeln die äusseren Fortsätze aller Bipolarzellen eine horizontale Ausbreitung der Verästlung zeigen und der innere Fortsatz im Bereiche der inneren granulirten Schicht seine Endverzweigung in ähnlicher Weise, wie die Zapfenbipolaren der Säugethiere bildet, jedoch mit dem bemerkenswerthen Unterschied, dass dieser Fortsatz häufig 1—2 kurze, wie die Endverzweigung sich verhaltende Seitenästchen abgiebt, welche *Ramón* als Collateralen bezeichnet. Bei vielen niederen Thieren stehen ferner die Bipolarzellen mit eigenthümlichen kolbenförmigen Gebilden in Verbindung, die dicht an der *Membrana limitans externa* liegen, von *Landolt* zuerst bei *Triton* und *Salamandra* beschrieben wurden und zuerst von *Emery* und *Ranvier* als mit den Bipolarzellen zusammenhängend erkannt wurden. *Ranvier* nannte sie **Landolt'sche Keulen**, unter welchem Namen sie nun allgemein bekannt sind. Mittelst der Chromsilber- und Methylenblaumethode ist eine von der Gegend der Hauptverästlung des äusseren Fortsatzes abgehende, ziemlich dicke, radiär oder leicht geschlängelt zwischen den Körnern

der Sehzellen verlaufende Faser nachzuweisen, welche entweder dicht an der *Limitans* oder etwas unter derselben mit der *Landolt*'schen Keule endet. Die *Landolt*'schen Keulenfasern sind regelmässig vorhanden bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln, sie sind nicht nachgewiesen bei den Knochenfischen, finden sich aber bei Ganoiden (*Dogiel*, 1883) ferner, wie *G. Retzius* (in Festschr. z. 80jähr. Jubil. *Lilljeborg*'s 1896) und *L. Neumayer* (in Arch. f. mikr. Anat. 48. Bd.) zeigten, bei den Selachiern. Bei diesen fand ausserdem *A. Schaper* (in Festschr. f. v. *Kupffer*, 1899) auch Bipolaren, die mit breitem Protoplasmafortsatz ziemlich weit in die äussere Körnerschicht eindringen. Das Vorkommen von, den *Landolt*'schen Keulenfasern entsprechenden, Bildungen hat *Dogiel* auch für den Menschen an Methylenblaupräparaten beschrieben; es ist jedoch anderen Beobachtern bisher nicht geglückt, derartiges bei Säugethieren zu sehen und es kann daher die Möglichkeit einer Täuschung (vielleicht ausnahmsweise Färbung von Stäbchenfasern?) nicht ausgeschlossen werden. — Zwischen den Bipolaren fand *Ramón* bei Knochenfischen, beim Frosche und in neuerer Zeit auch bei Vögeln sternförmige Zellen, welche zwischen den Bipolaren sich verzweigen und mit ihren äusseren Fortsätzen bis in die äussere feinkörnige Schicht reichen. — Die Spongioblasten finden sich bei allen Wirbelthierklassen; ihr schichtbildender Charakter ist besonders bei den Vögeln sehr deutlich, bei welchen man schon an gewöhnlichen, senkrechten Durchschnitten durch die *Retina* 4—5 Streifen in der inneren feinkörnigen Schicht wahrnehmen kann, die der horizontalen Ausbreitung der protoplasmatischen Endverästlung der Spongioblasten und Ganglienzellen entsprechen. Bei den Vögeln hat ferner *Ramón* die Endigung der centrifugalen Nervenfasern des Opticus an den Körpern gewisser Spongioblasten eingehend nachgewiesen und ausserdem gezeigt, dass diese beim Sperling, beim Huhne und bei der Taube Associations-Amakrinen sind, die sich ähnlich verhalten wie die Horizontalzellen. Er fand nämlich einen bis 1 mm langen, einem Neuriten ähnlichen Fortsatz von dem inneren Ende der Amakrine horizontal abbiegend und nahe an der inneren Grenze der inneren Körnerschicht verlaufend, welcher schliesslich, ohne Collateralen abzugeben, in ein horizontal ausgebreitetes, sehr reich verästeltes Endbäumchen überging. *Ramón* vermuthet, dass solche Zellen auch bei Säugern vorkommen. — Die Schichtung der *Retina* mit ihren verschiedenen Elementen ist besonders bei niederen Thieren gewöhnlich eine sehr regelmässige. Doch kommt es namentlich bei Säugethieren und Vögeln häufig vor, dass Elemente an Orte versprengt erscheinen, wohin sie nicht zu gehören scheinen. So hat insbesondere *Ramón* versprengte Spongioblasten in der Ganglienzellenschicht bei Vögeln als etwas Häufiges nachgewiesen. Dasselbe kommt nicht bloss bei den Spongioblasten, sondern auch bei verschiedenen anderen Elementen vor (vergleiche oben: Verlagerte Zapfenkörner, S. 828). Ganglienzellen können in der inneren Körnerschicht ihre Lage haben, und so erklärt sich nach *Ramón* die Angabe *Dogiel*'s, dass bei Vögeln Spongioblasten mit Nervenfortsätzen vorkommen, welche zu Opticusfasern werden. Als ein merkwürdiger Fall von abweichender Schichtung der *Retina* verdient noch erwähnt zu werden, dass bei *Petromyzon* die Nervenfasern in der inneren granulirten Schicht verlaufen und daher die Ganglienzellen nach innen von der Nervenfaserschicht ihre Lage haben. In der Umgebung der Eintrittsstelle des Sehnerven kann dies auch beim Menschen vorkommen. — Die Sehnervenfasern der *Retina* des Menschen sind in der Regel durchaus marklose Fasern; nicht selten kommt es jedoch, wie zuerst *R. Virchow* sah, vor, dass aus der Papille noch markhaltige Fasern in die *Retina* auf eine kurze Strecke verfolgt werden können. Beim Kaninchen findet man regelmässig links und rechts von der Papille Streifen markhaltiger Nervenbündel. Auch bei Vögeln und Knochenfischen kommen markhaltige Fasern in der *Retina* vor.

§ 337.

Das Stützgewebe der Netzhaut. *Neuroglia* und *Membranae limitantes.*

Die Gehirnschicht der *Retina* hängt mit der Sehzellenlage innig zusammen und das Stützgewebe derselben setzt sich sogar überall kontinuirlich aus der

Gehirnschicht durch die äussere Körnerschicht fort, um erst mit der *Membrana limitans externa* ihren Abschluss zu finden. Das Stützgewebe ist ebensowenig als im übrigen Centralnervensysteme gewöhnliches Bindegewebe, sondern ein Gliagerüste (vergl. II. Bd. S. 136 u. 791). Die Hauptbestandtheile dieses Gerüstes sind die zuerst von *H. Müller* als nicht nervös erkannten Radialfasern (*Koelliker*) oder Stützfasern, welche gegenwärtig gewöhnlich als *Müller*'sche Fasern, von *Ramón* als epitheliale Zellen bezeichnet werden. Sie haben vermöge ihres Baues, ihrer chemischen Beschaffenheit und ihrer Entwicklung grosse Aehnlichkeit mit den Ependymzellen des Gehirns und des Rückenmarkes (siehe II. Bd. l. c.). Die *Müller*schen Fasern beginnen mit einer kegelförmigen Verbreiterung (Fig. 1393) an der *Membrana limitans interna.* Letztere, welche zugleich dicht an der äusseren Oberfläche des Glaskörpers liegt, ist eine homogene, gegen Säuren und Alkalien ziemlich widerstandsfähige dünne Haut, welche schon sehr frühzeitig bei der embryonalen Entwicklung nach Art einer Cuticularbildung an der Innenfläche der Retinaanlage auftritt. Die kegelförmigen Enden der *Müller*'schen Stützfasern sind an Silberpräparaten — wie sie zuerst *Schelske* und *G. Retzius* darstellten — von der inneren Fläche angesehen einem aus unregelmässig buchtigen Elementen bestehenden Epithele ähnlich (Fig. 1392). Die kegelförmigen Fussplatten der Stützfasern sind daher, mit Ausnahme des *Fundus foveae*, überall dicht aneinander stossend und an senkrechten Durchschnitten der *Retina* erscheint der Rand der Fussplatten als ein glänzender Saum, der von einigen Autoren, welche die membranöse *Limitans interna retinae* als *Membrana hyaloidea* zum Glaskörper rechnen, als die eigentliche *Limitans interna retinae* angesehen wird (*G. Retzius*, *Merkel*, *M. Schultze*, *Schwalbe*). Die Stützfasern sind namentlich dort, wo in der Nähe des Opticuseintrittes noch stärkere Nervenbündel sich finden, reihenweise zwischen den Bündeln angeordnet (Fig. 1393). Die Fasern sind nicht selten an ihrem inneren Ende verästelt, indem zwei oder mehrere Kegel (Fig. 1395) sich zu einer Faser vereinen, die dann radiär nach aussen verläuft. Besonders reichliche Verzweigungen finden

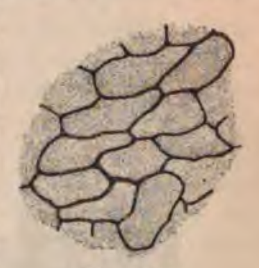


Fig. 1392.



Fig. 1393.

Fig. 1392. Fussplatten der *Müller*'schen Stützfasern vom Kaninchen. Flächenansicht. Silberpräparat. Vergr. 700.

Fig. 1393. Senkrechter Durchschnitt der *Retina* nahe am Opticuseintritte, 350 mal vergr., vom Menschen. 1 Stäbchenlage; 2 äussere Körner; 3 Zwischenkörnerlage; 4 innere Körner; 5 feinkörnige freie Lage; 6 Nervenzellen in einfacher Schicht; 7 Opticusbündel im Querschnitte; 8 Radialfasern, dünne Blätter zwischen den Opticusbündeln bildend; 9 Enden derselben an 10 der *M. limitans.* (Nach der Retinatafel in *Ecker*'s Icon. phys.).

sich bei den Vögeln. Isolirt man die Fasern an Osmiumpräparaten, so erscheint ihre Oberfläche nicht glatt, sondern oft wie mit kurz abgerissenen, seitlichen Fortsätzen oder Zacken besetzt. Es rührt dies daher, dass die Fasern in der

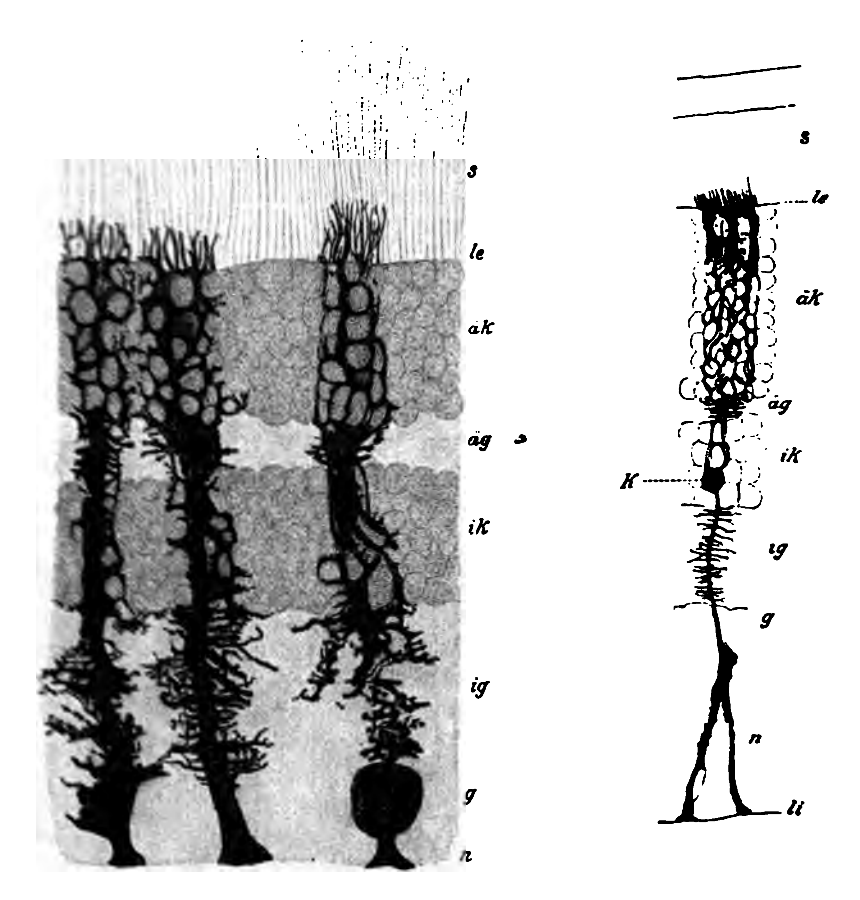


Fig. 1394. Fig. 1395.

That seitliche Flügel und Fortsätze besitzen, welche zwischen die nervösen Elemente eindringen. Dem entsprechend sieht man an, nach *Golgi* imprägnirten Präparaten (Fig. 1394), je nach der Schicht, welche die Faser durchsetzt, ihre seitliche Begrenzung von sehr wechselnder Beschaffenheit. Im Bereiche der

Fig. 1394. Senkrechter Durchschnitt von der *Retina* des Kaninchen. *Golgi*-Präparat. Vergr. 700. Drei schwarz imprägnirte Stützzellen. *s* Stäbchenschicht; *le Limitans externa*, darüber die Faserkörbe der Stützzellen; *äk* äussere Körner-, *äg* äussere feinkörnige, *ik* innere Körner-, *ig* innere feinkörnige, *g* Ganglienzellen-, *n* Nervenfaserschicht, darunter die Fussplatten der Fasern.

Fig. 1395. *Müller*'sche Stützfasern von der Katze. *Golgi*-Präparat. Vergr. 325. *K* Kern der Faser; *s* Stäbchenschicht; *le Limitans externa*, darüber der Faserkorb; *äk* äussere Körner-, *äg* äussere feinkörnige, *ik* innere Körner-, *ig* innere feinkörnige, *g* Ganglienzellen-, *n* Nervenfaserschicht; *li Limitans interna*.

inneren und äusseren feinkörnigen Schicht gehen anscheinend horizontale, seitliche, kurze Fäserchen ab; im Bereiche der Körnerschichten finden sich flügelartige oder membranartige Fortsätze, welche die Körner umhüllen und nischenartige oder facettenartige Räume abgrenzen, in welchen die Körner ihre Lage haben. Besonders auffällig ist diese Nischenbildung im Bereiche der äusseren Körnerschicht, welche an *Golgi*-Präparaten diesen Theil der Faser wie eine Aehre erscheinen lässt, welche ringsum mit beerenartigen Früchten bedeckt ist (Fig. 1394 u. 1395, *äk*). Wie die Ependymfasern und Gliazellen des Centralnervensystems besitzen auch die *Müller*'schen Stützfasern Kerne. Diese haben regelmässig im Bereiche der inneren Körnerschicht ihre Lage (Fig. 1395, *k*) und stellen an senkrechten Durchschnitten der *Retina* einen Theil der sogenannten Körner dar. Sie unterscheiden sich an Schnitten oft nicht deutlich von den nervösen Körnern, werden jedoch in der Regel an ihrer länglich-abgeplatteten Form erkannt. An Isolationspräparaten findet man die Kerne meist in einer seitlichen Ausbuchtung der Faser. Sie sind 6—7 μ lang, 4—5 μ breit und zeigen an Osmiumpräparaten in der Regel ein deutliches Kernkörperchen.

Ausser den *Müller*'schen Stützfasern finden sich, besonders dort, wo die Nervenbündel im Bereiche des hinteren Augenabschnittes noch eine grössere Dicke zeigen, auch *Golgi*'sche Gliazellen (siehe II. Bd. S. 144), welche aus dem Opticus in die Nervenfaserschicht, Ganglienzellenschicht und mit ihren Fortsätzen auch in die innere granulirte Schicht der *Retina* sich fortsetzen. Ob in den äusseren Schichten der *Retina* ausser den *Müller*'schen Stützfasern noch andere Gliazellen vorkommen, war bisher zweifelhaft und es werden gegenwärtig die von *Wilhelm Müller* als Spongioblasten bezeichneten Elemente der inneren Körnerschicht (siehe S. 836) allgemein als Nervenzellen betrachtet. Dagegen hat *Marenghi* in neuerer Zeit Gliazellen in der äusseren feinkörnigen und in der inneren Körnerschicht beschrieben und abgebildet, welche sich durch zahlreiche feine Seitenäste, die nach allen Seiten abgehen, und den Mangel eines Nervenfortsatzes von den Horizontalzellen unterscheiden.

A. Dogiel (in Arch. f. mikr. Anat. 41. Bd., S. 612) beschreibt im Bereiche der *Henle*'schen Faserschicht eigenthümliche blasse Kerne, von welchen er vermuthet, dass sie mit den *Müller*'schen Stützfasern zusammenhängen. Andere Beobachter sahen diese Gebilde nicht, und ich selbst konnte ebenfalls nur da und dort, insbesondere in den peripheren Theilen der *Retina*, Kerne in der genannten Schicht sehen, welche ich für versprengte Körner halte. An der Grenze der Stäbchen- und Zapfenschicht hängen die Stützfasern mit der *Membrana limitans externa* fast zusammen; ja an *Golgi*-Präparaten scheint es, als ob diese Membran nur ein Theil der Stützfasern selbst wäre. Die *Membrana limitans externa* ist jedoch eine zusammenhängende Haut mit vielen Lücken, durch welche die Stäbchen- und Zapfenzellen hindurchtreten. Ursprünglich ist die *Limitans externa* eine lückenlose Grenzmembran, ähnlich wie die *Limitans interna* und muss, wie letztere, als eine Cuticula betrachtet werden, welche von der embryonalen *Retina* zu einer Zeit gebildet wird, wo die Sonderung von Sehzellen, Nerven- und Stützzellen noch nicht zu erkennen ist. Die Stäbchen der Sehzellen entwickeln sich sehr spät und erst, wenn diese hervorsprossen, wird die *Limitans externa* zu einer von Lücken durchbrochenen Haut, welche mit den äusseren Enden der Stützfasern fest verbunden ist, während die Sehzellen

dieselbe durchbohren. Die von der *Limitans externa* sich erhebenden, die Innenglieder der Stäbchen umhüllenden feinen Fäserchen, welche die (S. 821) bereits erwähnten Faserkörbe darstellen (Fig. 1394 u. 1395), können ebensowohl als Auswüchse der primitiven *Limitans*, wie als letzte Enden der Stützfasern aufgefasst werden. Die *Limitans externa* ist in ihrem chemischen und tinktoriellen Verhalten nicht ganz identisch mit den Stützfasern, sie färbt sich insbesondere mit Essigsäure-Hämatoxylin an fixirten Objekten sehr deutlich, während die *Müller*'schen Fasern sich leicht entfärben.

§ 338.

Die Netzhaut im Bereiche der *Macula lutea*, der Eintrittsstelle des Sehnerven und der *Ora serrata*. Gefässe.

Das Verhalten der Sehzellenschicht im Bereiche der *Fovea* und *Macula lutea* hat bereits in § 335 S. 825 eine ausführliche Darstellung gefunden und es erübrigt noch die Eigenthümlichkeiten der Gehirnschicht in dieser Gegend zu besprechen. Leider sind unsere Kenntnisse über den feineren Bau dieser, die schärfsten Sehwahrnehmungen vermittelnden Gegend noch immer nicht in dem Maasse genau, als dies wünschenswerth wäre. Im *Fundus foveae* fehlt die Gehirnschicht der *Retina* fast ganz. Sie erscheint am senkrechten Durchschnitte als eine dünne Schicht von höchstens 30—40 μ, oft aber von kaum messbarer Dicke, in welcher vereinzelte Elemente der Körnerschicht und der Ganglienzellenschicht bis an die Körner der hier stark nach innen gerückten und fast horizontal laufenden Zapfenfasern sich heranschieben. Bei manchen Individuen sind diese Elemente relativ zahlreich, bei anderen können sie ganz fehlen und es erscheint dann die ganze Gehirnschicht auf einen schmalen fast homogenen Streifen reduzirt, der nach innen von der *Limitans interna* begrenzt ist und die an die *L. externa* herantretenden äusseren Enden der *Müller*'schen Stützfasern enthält, welche bei ihrem Eintritt in die *Henle*'sche Faserschicht im Bereiche der *Fovea* einen ebenso schrägen Verlauf zeigen, wie die Zapfenfasern. Dies hat insbesondere *A. Dogiel* (l. c.) eingehend nachgewiesen. Am Abhange der *Fovea* sondern sich alsbald die typischen Schichten der *Retina* und am Rande der *Fovea* erreicht die Gehirnschicht eine bedeutende Dicke, welche vorzüglich durch die grosse Zahl der inneren Körner und Ganglienzellen bewirkt wird.

Die innere Körnerchicht zeigt bis zu 7 und 9 Reihen von Kernen über einander, die Ganglienzellen bilden 4—6—10 Reihen. Doch herrschen auch hier nicht unbedeutende individuelle Verschiedenheiten und kommen wie ich an einem Präparate sehe, das mir mein Kollege *E. Fuchs* zur Verfügung stellte, auch *Foveae* vor, wo neben reichlicheren Ganglienzellen im *Fundus* nur spärliche am Rand der *Fovea* in einfacher oder doppelter Lage sich finden bei gleichzeitiger starker Verdickung der inneren Körnerschicht. Wahrscheinlich handelt es sich in solchen Fällen um zahlreiche Versprengungen von Ganglienzellen in die innere Körnerschicht, was in dem vorliegenden Falle, wegen ungenügender Differenzirung der Elemente der inneren Körnerschicht, nicht sicher zu konstatiren war. Doch kann ich nach anderen Präparaten, an welchen die Zellen gut differenzirt sind, mit Bestimmtheit sagen, dass am Abhange und am Rande der *Fovea* versprengte Ganglienzellen in der inneren Körnerschicht ein sehr

gewöhnlicher Befund sind, wie dies schon *Dogiel* und *Dimmer* angeben. Die Grenze gegen die *Henle'*sche Faserschicht zeigt in der Maculagegend ein eigenthümliches Aussehen an senkrechten Durchschnitten. Die Zapfenfaserkegel der hier ausschliesslich vorkommenden Zapfenfasern enden nämlich alle in derselben Ebene und bilden daher eine unterbrochene Linie (Fig. 1396, *ä*). Diese Linie bildet die Grenze zwischen *Henle'*scher Faserschicht und äusserer, feinkörniger Schicht, welche letztere hier deutlicher, als an anderen Stellen der *Retina*, von der *Henle'*schen Faserschicht gesondert erscheint. An Schnitten erscheint die Grenze wie vakuolisirt, indem nach innen von der Mitte der Zapfenfaserkegel ein heller Raum erscheint, der von der Basis des Kegels halbmondförmig umfasst wird und in welchen Raum häufig, von innen her, noch punkt- oder knöpfchenartige Fortsätze aus der inneren feinkörnigen Schicht hineinragen. Diese Vakuolisirungen sind sicher Kunstprodukte, sie sind aber an fixirten Präparaten so charakteristisch, dass sie auch als eine besondere Lage der *Retina* betrachtet wurden (*Borysikiewicz*). Die hellen Räume rühren von Quellungen an der Berührungsstelle der von den Zapfenfaserkegeln abgehenden Fäserchen mit den Enden der Dendriten der Körnerschicht her. Man kann diese Linie vom Rand der *Fovea* bis auf 0,13—0,39 mm (*Dimmer*), im Mittel

Fig. 1396.

Fig. 1396. Senkrechter horizontaler Durchschnitt durch die *Fovea centralis retinae* (*f*). *Kultschitzky's* Flüssigkeit. Vergr. 140. Oben der Limbus, unten bei *f* der *Fundus foveae*. *lh Limitans interna*; *n* Nervenfaserschicht; *g* Ganglienzellenschicht; *i* innere feinkörnige Schicht; *ik* innere Körnerschicht; *ä* äussere feinkörnige Schicht; *f* äussere Faserschicht; *äk* äussere Körnerschicht; *le Limitans externa*; *z* Zapfen (etwas schief gelegt); *p* Pigmentzellen (äusseres Blatt der Netzhaut); *gl* Glashaut der *Chorioidea*.

etwa 0,25 mm Entfernung vom Mittelpunkte des *Fundus foveae* verfolgen. Dort hört die Linie deshalb auf, weil weiter einwärts wegen des stark schrägen Verlaufes der Zapfenfasern keine Ansätze von Zapfenfaserkegeln mehr vorkommen und damit die äussere feinkörnige Schicht verschwindet. Die innere Körnerschicht, am Rande der *Fovea* 60—70 μ dick, enthält, so weit man nach Schnitten urtheilen kann, neben zahlreichen Bipolarzellen auch Horizontalzellen und reichlich Spongioblasten. Doch geben *Dogiel* und *Dimmer* an, dass die Horizontalzellen im Bereiche der *Macula* fehlen oder wenigstens sehr spärlich sind. Die Bipolarzellen scheinen nach vergleichenden Zählungen in nicht geringerer, eher in grösserer Zahl vorhanden zu sein, als die Zapfenzellen und darf man wohl annehmen, dass auf jede Zapfenzelle mindestens eine Bipolarzelle kommt. Doch sind vergleichende Zählungen nicht verlässlich auszuführen, da wegen des schiefen Verlaufes der Zapfenfasern nicht die zusammengehörigen äusseren und inneren Körner in den Schnitten zu erkennen sind.

Die innere feinkörnige Schicht ist am Rande der *Fovea* gut ausgebildet und zeigt keine Besonderheiten ausser die, dass in ihr, häufiger als anderwärts, versprengte Zellen (Ganglienzellen und Spongioblasten) vorkommen. Die Ganglienzellen bilden am Rande der *Fovea* eine Schicht, die am nasalen Rande 57—85 μ, am temporalen Rande 45—75 μ dick ist (*Dimmer*). Sie zeigen in der Maculagegend eine spindelförmige oder birnförmige Gestalt und mehr Gleichmässigkeit in Form und Grösse als an anderen Stellen der *Retina*. Die Zahl der Ganglienzellen stimmt so ziemlich mit jener der Zapfenzellen überein und ist daher auch die Annahme berechtigt, dass in der *Fovea* zu jeder Zapfenzelle eine Ganglienzelle in näherer Beziehung steht. Im Mittel aus drei Zählungen von einer mit *Kultschitzky*'s Flüssigkeit fixirten, in Celloidin eingebetteten, in eine Serie senkrechter Durchschnitte zerlegten und mit Hämatoxylin gefärbten, sehr regelmässig gebauten *Fovea* fand ich an einer 132 μ langen Strecke des Fovearandes (bei mittlerer unverrückter Einstellung mit Apochr. Objektiv 4 mm) 46 Zapfenkörner, 85 innere Körner, 44 Ganglienzellen. Zu ähnlichen Verhältnisszahlen gelangte auch *Chievitz* (in Arch. f. Anat. u. Phys. 1889 Suppl. S. 194), indem er nach einer anderen Zählmethode im Bereiche einer 1 mm langen Strecke, vom Mittelpunkte der *Fovea* gerechnet, im Mittel auf eine Längeneinheit von 40 μ 23 Zapfenkörner, 45 innere Körner und 21 Ganglienzellen fand. Auffallend ist die grosse Zahl der inneren Körner, die vielleicht nach Abzug der Horizontalzellen, Spongioblasten und Kerne der *Müller*'schen Fasern für die Bipolaren ebenfalls eine Zahl ergeben könnten, welche jener der Zapfenzellen nahezu gleich ist. Ich konnte bei meinen Zählungen am äusseren Rande der Zwischenkörnerschicht 12 auffallend dunkel gefärbte Kerne, welche wahrscheinlich Horizontalzellen, und am inneren Rande 16 ähnliche Kerne, die wahrscheinlich Spongioblasten angehörten, zählen. Eine deutliche Unterscheidung der Kerne der *Müller*'schen Fasern war nicht möglich. Schon in 3,2 mm Entfernung lateral von der Mitte der *Fovea* fand *Chievitz* auf der genannten Längeneinheit 43 äussere Körner, 29 innere Körner und 4 Ganglienzellen.

Die Nervenfaserschicht ist in der Umgebung des verdickten Randes der *Fovea* noch etwa 20 μ dick und lässt sich an senkrechten Schnitten unter allmählicher Verdünnung bis in den Abhang der *Fovea* verfolgen, verschwindet

aber in einer Entfernung von 0,4—0,7 mm (*Dimmer*) von der Mitte der *Fovea*. An Flächenpräparaten konnte *Dogiel* mittelst Methylenblaufärbung einzelne Nervenbündelchen auch in der Mitte der *Fovea* nachweisen, was für solche Fälle begreiflich erscheint, in welchen auch Ganglienzellen im *Fundus foveae* vorkommen.

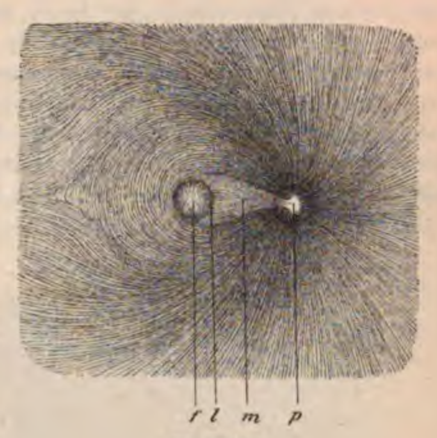


Fig. 1397.

Der gelbe Farbstoff der *Macula lutea* ist in Alkohol löslich und durchdringt diffus, wie *Dimmer* nachwies, nicht nur, wie bekannt, die Elemente der Gehirnschicht, sondern auch die Faserschicht der Sehzellen. Seitlich reicht die gelbe Farbe nicht viel über den Rand der *Fovea* hinaus, ja oft nicht einmal bis an diesen (*Dimmer*), und *Macula lutea* und *Fovea centralis retinae* sind eigentlich nahezu sich deckende Begriffe, wenn man naturgemäss die Ausdehnung der *Fovea* vom Rande (*Limbus*), d. i. dem Beginne der Abdachung an rechnet und nicht bloss den Grund der Vertiefung, den *Fundus foveae*, der manchmal noch eine besondere kleine Einbuchtung, die *Foveola*, zeigt, darunter versteht. Die gelbe Färbung im Grunde der *Fovea* ist unzweifelhaft; sie ist nur weniger leicht zu erkennen, weil hier die *Retina* am dünnsten ist.

Die *Macula lutea* und *Fovea* wurden in früherer Zeit vermuthungsweise mit der Augenblasenspalte in Beziehung gebracht und als eine dünne Stelle, welche dem Ort der Verwachsung der Spalte entspricht, betrachtet (*Huschke*, *v. Baer*, *Manz*). Durch die eingehenden Untersuchungen von *Chievitz* (in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 1887) wurde die Unhaltbarkeit dieser Ansicht nachgewiesen und gezeigt, dass die Bildung der *Fovea* in eine sehr späte Zeit der Entwicklung fällt und zwar beim Menschen in den siebenten Embryonalmonat. Es kann daher von einer Beziehung zur primitiven Augenspalte keine Rede sein, um so weniger, als der Bildung der *Fovea* ein Stadium vorausgeht, in welchem die *Retina* eine Verdickung zeigt, die der bei vielen Thieren vorkommenden *Area centralis* entspricht. Es ist dies jene Stelle, an welcher die Differenzierung der Schichten der *Retina* am frühesten vor sich geht und von wo sie nach allen Seiten sich ausbreitet. Erst sekundär tritt in der *Area* beim Menschen und bei Thieren, welche eine solche besitzen, die *Fovea* auf und man darf wohl mit *Chievitz* annehmen, dass die individuellen Variationen im Verhalten der Gehirnschicht im Grunde der *Fovea* auf einem früheren oder späteren Stehenbleiben der embryonalen Ausbildung dieser Grube bedingt sind. Die *Area centralis* der Säugethiere (Katze, Seehund und Hermelin *Chievitz*, Schaf *Schwalbe*) zeigt die wesentlichen Charaktere des Randwulstes der *Fovea* des Menschen, also allmähliche Verdünnung der Nervenfaserschicht gegen die Mitte und starke Verdickung der Ganglienschicht und inneren Körnerschicht und Vermehrung der Zapfen.

Im Bereiche des Sehnerveneintrittes erscheint die *Retina*, wenn man von der Nervenfaserschicht absieht, welche ja die direkte Fortsetzung und

Fig. 1397. Ausstrahlung der Sehnervenfasern auf der inneren Oberfläche der *Retina*. Flächenansicht. Ca. 3 mal vergr. Nach *Michel* und mit Benützung der Befunde *Dimmer*'s. *f Fundus*, *l Limbus foveae*; *m* Maculabündel; *p* Sehnervenpapille.

Ausbreitung der Opticusfasern darstellt, von einer kreisförmigen
brochen, welche wie bereits erwähnt wurde (S. 810 Fig. 1366),
geschichtlich aus dem proximalen Ende der Augenblasenspalte he
entsprechend zeigt sich in der Regel noch am fertigen Auge e
werthe, wenn auch nicht immer gleich deutlich ausgesprochene
im Verschwinden der Retinaschichten, einerseits am medialen u
andererseits am lateralen und unteren Rande der Papille. Der
entspricht jener Gegend, in welcher die Retinaanlage direkt in de
stiel sich fortsetzt, während am lateralen Rande die Retinaanlage e
falte des inneren in das äussere Blatt der sekundären Augenblas

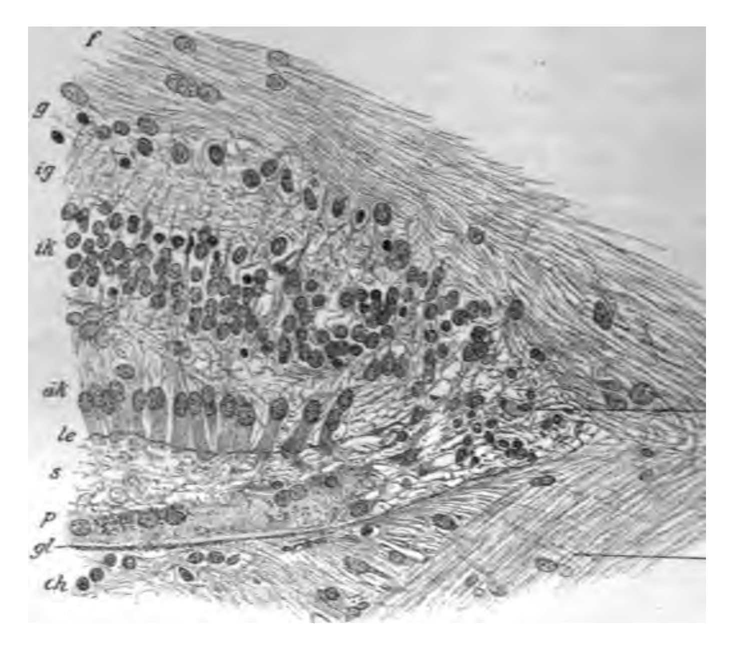


Fig. 1398.

schon *Schwalbe* bemerkte ist an der lateralen Seite (F
Opticuseintrittes der Rand der *Retina* leicht abgerundet. Es f
Zusammenfliessen aller Retinaschichten — im Umbiegungswinkel
fasern — in ein spongiöses von Nervenfasern freies aber Gliafase
intermediäres Gewebe (*Schwalbe*, *Kuhnt*) statt (Fig. 139
wohl aus dem Umschlagsrande der *Retina* hervorgegangen ist.
der *Retina* lassen sich bis in dieses intermediäre Gewebe verfolgen

Fig. 1398. Laterale Seite des Opticuseintrittes von derselben S
Fig. 1396. Vergr. 325. *o* Opticusbündel an der Durchtrittsstelle; *cb* Bür
cribrosa; *f* Opticusfaserschicht; *g* Ganglienzellenschicht; *ig* innere feink
ik innere Körnerschicht; *äk* äussere Körnerschicht (rudimentäre Zapfen
mitans externa; *s* rudimentäre Stäbchenschicht mit eingelagerten Zellen; *p*
im intermediäres Gewebe, in welchem die Schichten *g—p* der *Retina*
fliessen; *gl* Glashaut der *Chorioidea* (feinfaserig); *ch* *Chorioidea*.

die Ganglienzellenschicht und die innere Körnerschicht meist schon vor dem Eintritt in das intermediäre Gewebe zusammen. Dazu kommen mancherlei Verlagerungen der Elemente vor, mitunter, wie bereits erwähnt wurde, auch ein Eindringen von Opticusfasern in die innere feinkörnige Schicht. Sehr auffällig verhalten sich die Sehzellen im Bereiche einer etwa 0,1 bis höchstens 0,15 mm langen Strecke. An Stelle der Stäbchen und Zapfen treten ziemlich breite cylindrische Zellen (Fig. 1398, *äk*), welche einer noch deutlich erkennbaren *Membrana limitans* nach innen anliegen, aber nur mit Rudimenten von Stäbchen dieselbe überragen. Die Pigmentschicht, welche, wie die anderen Schichten, in das intermediäre Gewebe übergeht, zeigt ziemlich hohe, zuletzt sehr pigmentarme Zellen, ohne Fortsätze. In dem Raume zwischen *Limitans externa* und

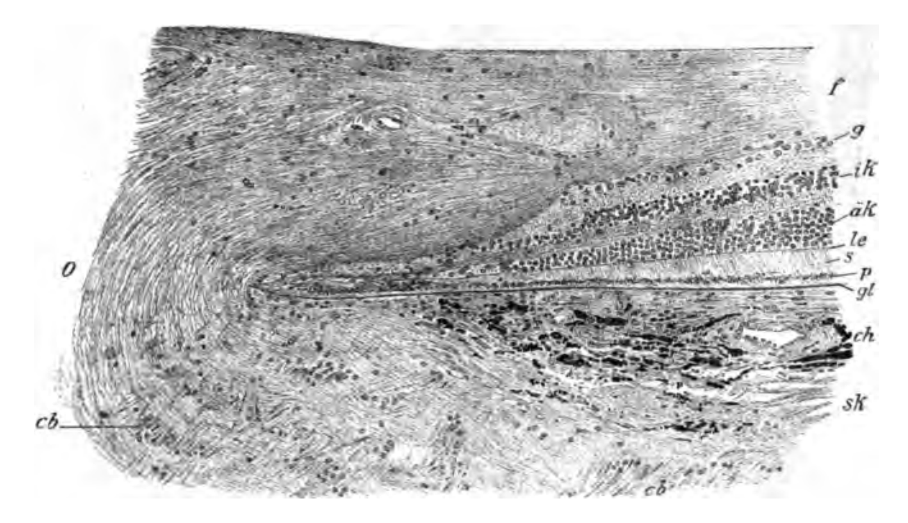


Fig. 1399.

Pigmentzellen finden sich nicht selten rundliche oder unregelmässige Zellen, deren Herkunft nicht klar ist, die jedoch auf keinen Fall Leukocyten, vielleicht versprengte und abnorm ausgebildete Sehzellen sind. Am medialen Rande des Sehnerveneintrittes fehlt gewöhnlich das intermediäre Gewebe und läuft jede Schicht der *Retina* im Winkel der Papille frei aus und zwar so, dass die Ganglienzellen zuerst, die Pigmentschicht mit der Glashaut der *Chorioidea* zuletzt verschwinden und letztere am tiefsten in den Winkel der Nervenfasern eindringen (Fig. 1399). Dieses eigenthümliche, von jenem der lateralen Seite verschiedene Verhalten, wird dadurch begreiflich, dass hier beim Embryo kein Umschlagsrand der *Retina* vorhanden ist, indem dieselbe direkt in den Augenblasenstiel sich fortsetzt. Ich sehe dieses verschiedene Verhalten der Retinaränder

Fig. 1399. Medialer Rand des Sehnerveneintrittes von demselben Präparate wie Fig. 1398. Vergr. 112. *o* Opticusbündel an der Durchtrittsstelle; *cb* Bündel der *Lamina cribrosa*; *f* Opticusfaserschicht; *g* Ganglienzellenschicht; *ik* innere Körnerschicht; *äk* äussere Körnerschicht; *le* *Limitans externa*; *s* Stäbchenschicht; *p* Pigmentschicht der *Retina*; *gl* Glashaut der *ch* *Chorioidea*; *sk* innerste Schicht der *Sclera*. Die Schichten *g—p* der *Retina* erscheinen am Sehnerven abgeschnitten.

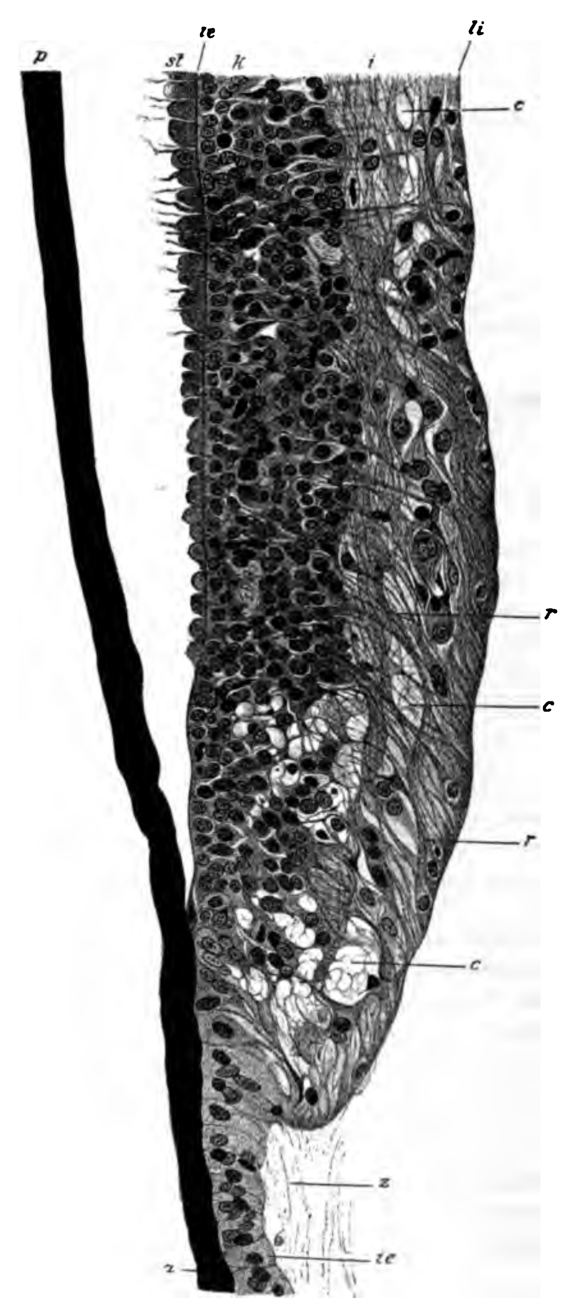


Fig. 1400.

sehr gut an Serienschnitten durch den Sehnerveneintritt und die *Fovea* eines Affen (*Macacus rhesus*). Ebenfalls deutlich tritt der Unterschied an Kinderaugen hervor; in der Regel weniger scharf — bei nicht ganz guter Fixirung kaum bemerkbar — bei Erwachsenen. Ganz deutlich ist das abgerundete Ende der Netzhaut am lateralen Rande des Sehnerveneintrittes auch zu sehen an den von *Elschnig* und *Zoth* veröffentlichten Photographien des normalen Sehnerveneintrittes (Taf. 16 u. 18, Heft 16 der augenärztl. Unterrichtstafeln).

An der *Ora serrata* nimmt die nurmehr 0,14 mm dicke *Retina* innerhalb einer kaum mehr als 0,1 mm breiten Strecke plötzlich an Dicke so bedeutend ab, dass diese nur mehr 40—50 μ beträgt. Dabei verliert die *Retina* ihre Sehzellenschicht und ihre nervösen Bestandtheile und besteht nun nur mehr aus einer äusseren Pigmentlage und einer inneren farblosen, cylindrischen Zellenlage, welche nun zusammen die bereits besprochene *Pars ciliaris retinae* darstellen (Fig. 1400). Der Uebergang

Fig. 1400. Meridionaler Durchschnitt durch die *Ora serrata retinae*. *Zenker*'s Flüssigkeit. Vergr. 290. *a* äussere pigmentirte Zellschicht der *Pars ciliaris retinae*; *c* cystenartige Räume; *i* innere retikulirte Schicht mit der Ganglien- und Nervenfaserschicht zusammengeflossen; *ie* innere pigmentfreie Zellschicht der *Pars ciliaris retinae*; *k* äussere und innere Körnerschicht zusammengeflossen; *lc* *Limitans externa*; *li* *Limitans interna*; *p* Pigmentschicht abgehoben; *r* *Müller*'sche Radiärfasern; *st* Stäbchenschicht; *z* Zonulafäserchen.

der Verdickung in den dünneren Ciliartheil erscheint häufig — bei Thieren wohl immer — im Meridionalschnitte sanft abgerundet. Seltener erscheint beim Menschen die *Pars optica* in eine scharfe hakenartige Spitze ausgezogen, von welcher der Abfall zur *Pars ciliaris* mit einer konkaven Einbiegung erfolgt, mit anderen Worten der Rand der Netzhaut bildet eine nach vorn überhängende Kante. Im Einzelnen erfolgt der Uebergang in der Weise, dass die Sehzellen an Zahl abnehmen, indem die Stäbchenzellen ganz verschwinden und nur mehr rudimentäre, den Zapfenzellen (Fig. 1400, *st*) ähnliche Gebilde auftreten, an welchen nach aussen von der *Limitans externa* kurze, fast halbkugelige Höcker ohne Aussenglieder aufsitzen. Schliesslich verschwinden auch diese Höcker und die *Limitans externa* tritt dicht an die Pigmentschicht. Mit dieser Veränderung der Sehzellen erfolgt gleichzeitig ein Zusammenfliessen der äusseren und inneren Körnerschicht und ein Verschwinden der specifischen Charaktere der Zellen dieser Lagen. Weiter gegen die *Ora* reicht anscheinend die innere feinkörnige und die Ganglienzellenschicht. Doch verlieren auch diese Schichten mit dem Verschwinden der Nervenfaserschicht ihre specifischen Eigenschaften, während gleichzeitig mehr und mehr das System der Stützfasern im Anschlusse an die *Müller*'schen Fasern des nervösen Theiles immer mächtiger wird. Die breiten Ansätze der Fasern an der *Limitans interna* verdrängen die Nervenfasern und Ganglienzellen vollständig, die Kerne der Stützfasern finden sich in verschiedenen Regionen bis zur *Limitans* herab und der Verlauf der Fasern



Fig. 1401.

ist nicht mehr radiär sondern geflechtartig, schräg in der Hauptsache von vorn und innen nach hinten und aussen gerichtet. Schliesslich verdrängen die veränderten Stützfasern (Fig. 1401) alle anderen Retinaelemente und gehen am Rande der *Ora* direkt in die hier hohen Zellen des inneren Blattes der *Pars ciliaris retinae* über. Gewöhnlich findet man bei älteren Individuen im oralen Theil der *Retina* mit Flüssigkeit erfüllte, kleinere und grössere cystenartige Räume, welche von den faserigen und zelligen Elementen umschlossen werden. Eine wichtige funktionelle Bedeutung erlangen die modifizirten Stützzellen am Uebergangstheile der *Pars optica* in die *Pars ciliaris retinae* dadurch, dass sie und die *Membrana limitans interna* in ihrem Bereiche mit den Fasern des Strahlenbändchens, von welchem weiter unten die Rede sein wird, in fester Verbindung stehen.

Die Blutgefässe der *Retina* stammen aus der *Arteria centralis retinae*, während der *Nervus opticus* hauptsächlich von den Gefässen der Piascheide versorgt wird. Nach dem Eintritte der Centralgefässe der Netzhaut in den Sehnerven geben diese Aestchen ab, welche mit den von der Piascheide kommenden Gefässchen anastomosiren. An der Durchtrittsstelle durch die *Sclera* erhält der

Fig. 1401. Radialfaser vom Menschen. Vergr. 350. Vom vorderen Ende der *Retina*, wo sie lange horizontal verlaufen. *a* Kerntragende Anschwellung; *b* Anschwellungen mit kleinen seitlichen Ausläufern, die dreieckig enden und wahrscheinlich an der *Limitans interna* sassen.

Sehnerv auch Aestchen von den hinteren kurzen Ciliararterien, welche in der *Sclerotica* um den Sehnerven einen Gefässkranz (*Circulus arteriosus* [*Zinnii*]) bilden. Auch die feineren Gefässe der *Chorioidea* hängen mit jenen des Sehnerven an der Eintrittsstelle desselben zusammen. Die eigentlichen Netzhautgefässe bleiben aber durchaus selbständig und hängen mit jenen der *Chorioidea*, abgesehen von der genannten Stelle, sonst nirgends zusammen. An der Sehnervenpapille strahlen die Centralgefässe der Netzhaut mit 4—5 Hauptästen auseinander. Die gröberen Verästlungen der Arterien und der in der Regel mit diesen verlaufenden Venen liegen zwischen den Sehnervenbündeln und theilweise dicht an der *M. limitans interna*. Die Arterien sind durchwegs Endarterien und zeigen nirgends Anastomosen. Die feineren Gefässe dringen in die innere feinkörnige Schicht und bilden vorzüglich an deren äusseren Grenze ein Kapillarnetz und ein zweites, wie *H. Müller* und *Koelliker* fanden, an der äusseren Grenze der inneren Körnerschicht (Fig. 1402). Das letztere ist im Bereiche der äusseren horizontalen Zellen gelegen. Die Kapillaren sind sehr

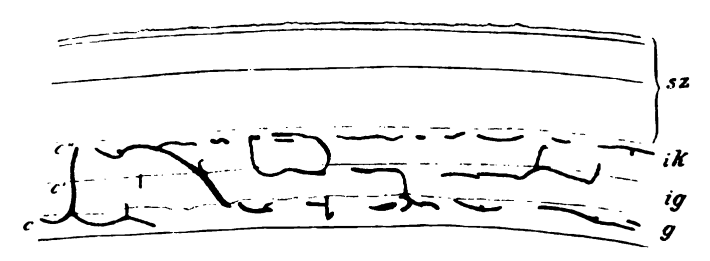


Fig. 1402.

fein (5—7 μ) und bilden ziemlich weitmaschige Netze, die jedoch in der äusseren Gefässlage relativ am engsten sind. Im Bereiche der *Fovea* fehlen grössere Gefässe. Die reichlichen Kapillaren lassen den Grund der *Fovea* frei. Die gefässlose Stelle im *Fundus foveae* erreicht, je nach der Ausbildung desselben, einen horizontalen Durchmesser von 0,36—0,8 mm (*Dimmer*). Die Venen der *Ora serrata* beginnen mit einem unvollständigen Gefässkranze (*Circulus venosus retinae*), der ausnahmsweise nicht mit Arterien verläuft. Bei den Säugethieren zeigt die Anordnung der Netzhautgefässe mannigfaltige Verschiedenheiten. Einige derselben, wie das Pferd, der Hase und das Kaninchen, besitzen nur in einem Theile der *Retina* Gefässe; dem Meerschweinchen und dem Ameisenbären (*Myrmecophaga jubata*) fehlen dieselben ganz.

Lymphgefässe fehlen der *Retina*, wie dem Gehirne. Durch Einstichinjektionen unter die Pialscheide des Sehnerven gelingt es perivaskuläre Räume (*His*) um die Venen und Kapillaren, nicht aber um die Arterien zu füllen (*Schwalbe*). Ausserdem lassen sich Spalträume zwischen den Füssen der Stützfasern und der *Limitans interna*, sowie zwischen den gröberen Sehnerven-

Fig. 1402. Querschnitt durch die *Retina* der Katze. Chromsilberimprägnation der Blutgefässe. Vergr. 112. *c* Gefässe in der Nervenfaser- und Ganglienzellenschicht *g*; *c′* weitmaschiges Kapillarnetz an der äusseren Grenze der inneren feinkörnigen Schicht (*ig*); *c″* dichteres Kapillarnetz an der äusseren Grenze der inneren Körnerschicht (*ik*); *sz* die gefässlose Sehzellenschicht.

bündeln und endlich zwischen Stäbchen- und Pigmentschicht durch Einstichinjektionen künstlich erzeugen. Mit den Centralgefässen der *Retina* dringen auch Nervenbündelchen in den Sehnerven, welche wohl zur Innervation der Blutgefässe bestimmt sind. Ihre Verfolgung gelang *W. Krause* bis an die Sehnervenpapille. *L. Dor* (in Gaz. hebdom. 1899, p. 870) hat Nervenbündelchen, welche im Bereiche des *Chiasma* vom *Plexus caroticus* an dasselbe herantreten, sowie Nerven von der subopticalen grauen Schicht in den Opticus verfolgt. Ein Theil dieser Nerven dürfte wohl für die Gefässe bestimmt sein, ob daneben centrifugale Fasern anderer Art dem Opticus zugeführt werden, ist nicht aufgeklärt.

§ 339.
Schema der Netzhaut und Physiologisches über die Funktion der Ganglienzellen.

Ein dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse vom Bau der *Retina* der Säugethiere entsprechendes Schema der nervösen Theile derselben und ihrem Zusammenhange mit den Sehzellen sucht Fig. 1403 darzustellen. In dem Schema fehlen: 1. Eine Horizontalzelle mit in die innere feinkörnige Schicht absteigendem Fortsatze. Sie wurde weggelassen, weil solche Zellen von den gewöhnlichen Horizontalzellen nicht wesentlich verschieden zu sein scheinen. 2. Die Art centrifugaler Nervenendigung, wie sie *Dogiel* (siehe S. 841) beschrieb. 3. Die Schichtbildung in den Verzweigungen der Spongioblasten und Ganglienzellen, da derselben keine wesentliche Bedeutung zuzukommen scheint. 4. Die in ihrer Morphologie noch wenig klaren sternförmigen Zellen der inneren Körnerschicht (S. 842), welche bei Säugethieren noch nicht bekannt sind. 5. Die von *Marenghi* in der Spongioblastenlage

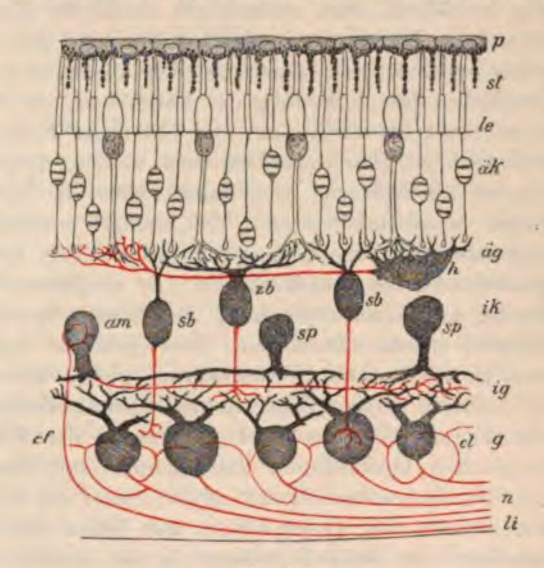
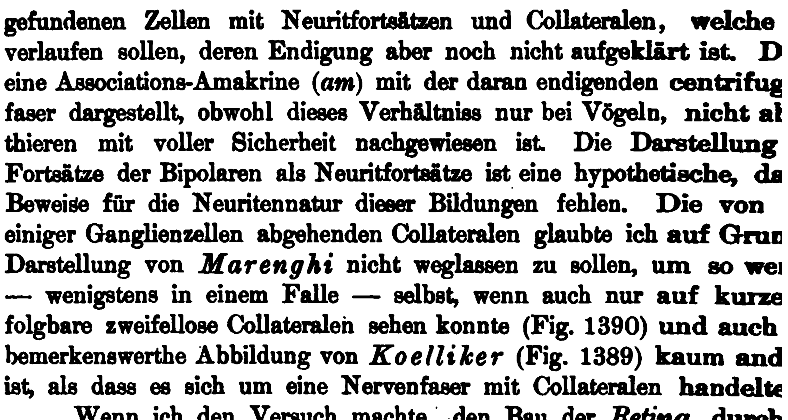


Fig. 1403.

Fig. 1403. Schema der Sehzellen und der nervösen Bestandtheile der *Retina* im Querschnitte. *p* Pigmentzellen; *st* Stäbchenschicht; *le Limitans externa*; *äk* äussere Körner-, *äg* äussere feinkörnige, *ik* innere Körner-, *ig* innere feinkörnige, *g* Ganglienzellen-, *n* Nervenfaserschicht; *li Limitans interna*; *h* Horizontalzellen; *sb* Stäbchenbipolaren; *zb* Zapfenbipolare; *am* Associations-Amakrine; *sp* Spongioblasten; *g* Ganglienzellen; *cl* Collateralen der Neuritfortsätze derselben; *cf* centrifugale Nervenfaser an einer Associations-Amakrine endend.



gefundenen Zellen mit Neuritfortsätzen und Collateralen, welche verlaufen sollen, deren Endigung aber noch nicht aufgeklärt ist. D eine Associations-Amakrine (*am*) mit der daran endigenden centrifug faser dargestellt, obwohl dieses Verhältniss nur bei Vögeln, nicht al thieren mit voller Sicherheit nachgewiesen ist. Die Darstellung Fortsätze der Bipolaren als Neuritfortsätze ist eine hypothetische, da Beweise für die Neuritennatur dieser Bildungen fehlen. Die von einiger Ganglienzellen abgehenden Collateralen glaubte ich auf Grun Darstellung von *Marenghi* nicht weglassen zu sollen, um so wei — wenigstens in einem Falle — selbst, wenn auch nur auf kurze folgbare zweifellose Collateralen sehen konnte (Fig. 1390) und auch bemerkenswerthe Abbildung von *Koelliker* (Fig. 1389) kaum and ist, als dass es sich um eine Nervenfaser mit Collateralen handelte

Wenn ich den Versuch machte, den Bau der *Retina* durch zu versinnlichen, so bin ich mir vollständig bewusst, dass demselbe dasselbe Schicksal zu Theil werden wird, welchem alle solche Versuc sie werden bald als ungenügend bei Seite gelegt. Trotzdem hat Schema den Werth, den momentanen Stand der Kenntnisse von Elementen der *Retina* soweit sie dem Verfasser des Schemas als w genügend begründet erscheinen, übersichtlich zusammen zu fassen. die Geschichte der Aufhellung des Baues und der Physiologie der folgt, so muss als wichtigster und bleibender Erwerb für weitere Forschungen die Erkenntniss bezeichnet werden, dass die Sehzellen, und Zapfen die Elemente sind, durch welche die Lichtschwingunge erregungen umgesetzt werden. Viel weniger gesichert, wenn auch vergleichend-anatomische Untersuchungen bei Tag- und Nachtthieren lich gemacht, ist die von *M. Schultze* eingehend begründete Hy die Zapfen der Farbenempfindung, die Stäbchen mehr der Empfindu und Dunkel dienen. Doch muss hervorgehoben werden, dass es thiere, z. B. die Gecko's (*Platydactylus*) giebt, deren *Retina* zapfe zellen in ebenso grosser Zahl, als Stäbchen enthält. Das Bestreb zunächst hauptsächlich nach der Aufdeckung der Wege, durch wel zellen mit den Opticusfasern und dadurch mit dem Gehirne in stehen. Die Isolationsmethoden zeigten, dass die inneren Enden d in einer Schicht von wirren Fasern und Zellen sich verlieren, das Bipolarzellen mit ihren Fortsätzen in der äusseren und inneren Schicht in ein Fasergewirre sich einsenken und dass endlich die G ebenfalls mit ihren Protoplasmafortsätzen sich in der inneren feinkörn auflösen. So hatte man in der *Retina* drei Glieder der Leitung: nehmenden Sehzellen, die Bipolarzellen oder inneren Körner und d zellen, deren Zusammenhang nicht direkt erweisbar war, den man thetisch ergänzte, wie dies in *Koelliker*'s (5. Aufl. S. 684) und *M.* Schema (in *Stricker*'s Handb. S. 1005) und in vielen anderen der I neueren, seit *Tartuferi*'s (1887) und *Dogiel*'s (1888) ersten Unt

direkten Leitung des Lichtreizes in die Opticusfasern nicht in Beziehung gebracht werden können. Trotzdem ist noch heute die Vorstellung, dass das Wesentliche im Bau der *Retina* die direkte Leitung des Reizes in die Ganglienzellen und durch diese in die Sehnervenfasern sei, noch immer herrschend, obwohl *Koelliker* schon 1859 (in 3. Aufl. dieses Handbuches S. 641) sich dahin aussprach, dass die Nervenzellen der *Retina* als ein flächenartiges *Ganglion*, höchstwahrscheinlich als Centralorgan der Gesichtsempfindung anzusehen sind. Es wird als unbequeme, weil unverständliche Beigabe angesehen, wenn die neueren Untersuchungen keinen Zweifel mehr darüber lassen, dass die *Retina* nicht ein peripheres Sinnesorgan, wie etwa die Riechschleimhaut, sondern der Entwicklung und dem Baue nach ein echter Gehirntheil ist, in welchem Vorgänge sich abspielen müssen, die weit mehr als eine einfache Leitung sind. Hält man an dem Gesetze der isolirten Leitung fest, so ist einmal schwer verständlich, warum schon in der sogenannten direkten Leitung zwei Unterbrechungen durch das äussere und innere Ende der Bipolarzellen gegeben sind. Die Sehzellen sind im Allgemeinen zahlreicher, als die Bipolaren und stets sind die äusseren Enden der letzteren mit mehreren Sehzellen in Kontakt. In der Verbindung der Bipolarzellen mit den Ganglienzellen herrscht ebenfalls im Allgemeinen das Gesetz, dass mehrere Bipolaren mit einer Ganglienzelle in Kontakt stehen. Mithin wird, wie *Greeff* sich ausdrückt, die Leitung in der *Retina* von aussen nach innen „konzentrirter". Vom Standpunkte der isolirten Leitung, d. h. von der Annahme ausgehend, dass eine Ganglienzelle nur je Eine Erregung in den Neuriten gelangen lassen kann, muss dies bedeuten, dass nur von einer grösseren Zahl von Sehzellen ein gemeinsamer Sehvorgang in die Nervenfasern gelangt. Im Bereiche der *Fovea centralis* liegen die Verhältnisse insoferne günstiger, als die Zahl der Sehzellen und Ganglienzellen annähernd gleich wird. Doch kann auch hier vermöge des Verhaltens der Glieder der sogenannten direkten Leitung an den Unterbrechungsstellen nicht an eine Leitung des primären Reizes direkt in eine Opticusfaser gedacht werden. Völlig unverständlich bleibt bei der Annahme der direkten Leitung das Vorhandensein horizontaler Verbindungen der nervösen Elemente. Dass sie Associationen vermitteln, hat *Ramón* ausgesprochen; welcher Natur dieselben sein sollen, ist jedoch völlig unklar und wenn man an der Vorstellung festhält, dass die primäre Erregung der Sehzelle direkt zum Gehirn geleitet werden muss, so scheinen die Horizontalzellen, Spongioblasten u. s. w. nur geeignet, diesen Zweck zu vereiteln und dies ist wohl auch der Grund, dass in der früheren Zeit Zellen der *Retina* mit horizontaler Ausbreitung der Mehrzahl der Autoren als selbstverständlich nicht nervös galten.

Zum Bewusstsein kommen die Sehempfindungen, wie man bei dem heutigen Stande der Hirnphysiologie annehmen muss, in der Sehsphäre des Grosshirns, aber wir wissen nicht, ob die Erregung eines Zapfens oder einer Stäbchengruppe als solche bis in die Rinde des Hinterhauptlappens gelangt, oder ob dieselbe nicht vorher wesentlich umgearbeitet wird. Wir haben nicht den geringsten anatomischen Anhaltspunkt dafür, dass dem Mosaik der Sehzellen eine punktweise geordnete Wahrnehmung der Erregung der Elemente dieses Mosaiks im Gehirne entspricht. Im Gegentheile müssen wir uns mit Rücksicht auf die komplizirten Umschaltungen und Associationen in den subkortikalen Centren und auf den anatomischen Befund des Endes der Sehstrahlung in der Gehirnrinde,

der, abgesehen von dem grösseren Reichthume an kleinen Nervenzellen der Occipitalwindungen (siehe II. Bd. S. 672), keine wesentlichen Unterschiede von anderen Rindentheilen zeigt, eine solche Einrichtung als ausgeschlossen denken. Es scheint mir wahrscheinlicher, dass bereits in der *Retina* selbst die Erregungen des Sehzellenmosaiks zur Bilderzeugung verarbeitet werden, und dass die Leitung durch den Sehnerven den Zweck hat, die nothwendigen Reflexe zu den Muskelapparaten und die Associationen zu anderen Sinneswahrnehmungen, sowie das Zustandekommen bewusster Empfindungen und die Fixirung von Erinnerungsbildern zu vermitteln. Stellt man sich auf diesen Standpunkt, so kann man hoffen, den Bau der *Retina* wenigstens bis zu einem gewissen Grade allmählich verstehen zu lernen. Man muss vor allem sich mit der histologischen Thatsache abzufinden suchen, dass die immer wieder gesuchte, ununterbrochene, direkte Leitung von den Sehzellen zu den Opticusfasern nicht existirt. Eine mit dem anatomischen Baue der *Retina* vereinbare Vorstellung muss davon ausgehen, dass eine direkte Leitung nur von den Ganglienzellen der *Retina* zum Gehirne führt. Dass die Erregungen, welche die einzelnen Ganglienzellen empfangen, den Erregungen einzelner Sehzellen entsprechen, ist mit Rücksicht auf die zwischen den Sehzellen und den Ganglienzellen eingeschobenen, zahlreichen, horizontalen Leitungen und die relativ geringe Zahl der Ganglienzellen vom anatomischen Standpunkte nicht begreiflich. Wohl aber könnte man sich vorstellen, dass jede Ganglienzelle ein Gesammtbild der jeweiligen Erregung der Sehzellenschicht empfängt und eine einzelne Ganglienzelle, in freilich sehr unvollkommener Weise, das ganze Gesichtsfeld im Sehhirn zum Bewusstsein bringen könnte. Im Anschlusse an die anatomischen Befunde kann man die weitere wahrscheinliche Annahme machen, dass die von den einzelnen Ganglienzellen vermittelten Gesammtbilder darin sich unterscheiden, dass in denselben derjenige Punkt des Gesichtsfeldes, welcher der sogenannten direkten Leitung von den Sehzellen durch die Bipolaren zu den Ganglienzellen entspricht, am deutlichsten zum Ausdrucke kommt. So käme das bewusste Sehen durch eine Multiplikation von theilweise gleichen und eine Summe von theilweise ungleichen Vorgängen in den Ganglienzellen zu Stande. Eine derartige Vorstellung über die Bedeutung der Ganglienzellen der *Retina* ist rein hypothetisch, sie scheint mir aber gestattet, da wir den Nervenzellen überhaupt sehr verwickelte Funktionen zuschreiben müssen.

Da die Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen in der inneren feinkörnigen Schicht in reichlicher Verzweigung direkt oder indirekt mit allen anderen Nervenzellen der *Retina* in Kontakt stehen, stellt diese Schicht das Erregungsfeld dar, aus welchem die von den Ganglienzellen zum Gehirne geleiteten Impulse, beziehungsweise Bilder, ihren Ursprung nehmen. Dieses Erregungsfeld ist, wie ich mir vorstelle, beim Sehen in fortwährend wechselnden, punktweise verschiedenen Zuständen unter dem Einflusse der Sehzellen, Bipolar-, Horizontalzellen und Spongioblasten und steht durch letztere auch noch unter dem Einflusse der an denselben endenden centrifugalen Fasern, deren Bedeutung vielleicht in hemmenden oder auch erregenden Impulsen (Aufmerksamkeit) bestehen mag. Schirmer und Greeff haben die Hypothese aufgestellt, dass die centrifugalen Retinafasern mit den Ganglienzellen und deren Neuriten einen Reflexbogen für den Pupillarreflex herstellen. Allein diese Vorstellung scheint mir wenig verständlich.

Den Pupillarreflex werden wahrscheinlich nicht centrifugale Sehnervenfasern, sondern doch wohl aus Ganglienzellen der *Retina* entspringende und zwar in den, im vorderen Vierhügel gelegenen, von *Bernheimer* (Arch. f. Ophthalm. 47. Bd. 1. Abth. u. 52. Bd.) topographisch genauer bestimmten „Sphinkterkernen" endende Opticusfasern bewirken. Ausserdem sind die Ganglienzellen, aus welchen die centrifugalen Opticusfasern entspringen nicht in der Gegend der Augenmuskelkerne zu finden. Die Annahme, dass es sich bei den centrifugalen Opticusfasern um hemmende oder erregende Fasern handle, scheint wohl näher liegend.

Abgesehen von den Ergebnissen der eingehenden histologischen Untersuchung der *Retina*, müssen schon die Zahlenverhältnisse zwischen Sehnervenfasern und Sehzellen zu der Annahme führen, dass die Sehnervenfasern komplexere Vorgänge leiten müssen, als Erregungen, welche von der Physiologie als einfache Empfindungen von Licht, Lokalzeichen, Farbe und Bewegung angesehen werden. Die Zählungen von *Salzer* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 81. Bd.), welche mit grosser Sorgfalt ausgeführt wurden, ergaben, dass sieben- bis achtmal mehr Zapfen als Sehnervenfasern vorhanden sind, ein Resultat, zu dem auch *W. Krause* kam, obwohl die von demselben angegebenen absoluten Zahlen weit grösser sind, als jene von *Salzer*. *E. Fleischl* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 87. Bd. u. Ges. Abhandl. S. 173) hat diese Ergebnisse zur Erklärung der von *S. Exner* festgestellten Thatsache, dass die seitlichen Regionen der *Retina* trotz ihrer geringen Sehschärfe, beziehungsweise Unterscheidungsfähigkeit für ruhende Objekte, sehr empfindlich für Bewegungen beziehungsweise Veränderungen im Sehfelde sind, in sinnreicher Weise zu verwerthen gesucht. Er nahm nämlich an, dass je eine Nervenfaser mit mehreren Zapfen in Verbindung stehe und dass diese Zapfen gemischt sind mit solchen, die von anderen Nervenfasern versorgt sind. Damit war zum ersten Male eine Einrichtung in der *Retina* physiologisch postulirt, welche eine horizontale Ausbreitung von Nervenverbindungen voraussetzte. Allein die von *Fleischl* angenommene Einrichtung lässt sich nicht nachweisen, es geben eben keine Verzweigungen von Sehnervenfasern an die Zapfen, sondern zwischen beide Elemente sind die Ganglienzellen mit ihren Protoplasmafortsätzen und die Zellen der inneren Körnerschicht eingeschaltet. Die Hypothese *Fleischl's*, so sehr sie geeignet erscheint, gleichzeitig das geringe Unterscheidungsvermögen der seitlichen Retinaregionen und die hohe Fähigkeit derselben, Veränderungen im Sehfelde wahrzunehmen, zu erklären, kann mit Rücksicht auf die histologischen Thatsachen nicht aufrecht erhalten werden. Erwägt man, dass ausser den Zapfen auch noch die etwa 18 mal (*Krause*, *Chievitz*) zahlreicheren Stäbchen ihre Erregungen auf die Ganglienzellen und Nervenfasern übertragen müssen, so bleibt wohl kein anderer Ausweg als die Annahme, dass eine Ganglienzelle oder Nervenfaser nicht bloss ein Lokalzeichen, sondern einen viel komplexeren Vorgang, der alle Elemente der Sehempfindung enthält, leitet.

Ein weiteres Eingehen auf die so komplizirten Strukturverhältnisse des Erregungsfeldes der *Retina* vom physiologischen Standpunkte ist vorderhand unmöglich und werden vielleicht Untersuchungen des Verlaufes der Nervenfibrillen, durch welche *Embden* bereits Nervengitter in der äusseren granulirten Schicht auffand, weitere Aufschlüsse geben. Die Meinung, dass einzelne Nervenzellen hohe physiologische Leistungen bewirken können, vertritt bereits

Koelliker (II. Bd. S. 812) gegen *Flechsig* und *Ramón*. Was speziell die *Retina* betrifft, scheint *Ramón* daran zu denken — (Die *Retina* etc. übers. von *Greeff* S. 166), obwohl er dies nicht bestimmt sagt — dass die Ganglienzellen elementare Sehvorgänge (Licht, Farbe, Lokalzeichen) leiten und dass für diese verschiedenen Vorgänge verschiedenartige Ganglienzellen dienen, deren er nach Grösse und Verhalten der Dendriten und Schichtbildung eine ganze Reihe unterschied. Es ist aber sehr fraglich, ob sich eine Unterscheidung verschiedener Ganglienzellen nach diesen Gesichtspunkten rechtfertigen lässt; von grösserer Wichtigkeit wäre wohl die Unterscheidung von zweierlei Ganglienzellen, je nachdem die Neuriten Collateralen abgeben oder nicht, wenn — wie es nach den Untersuchungen von *Marenghi* scheint — wirklich nur ein Theil der Ganglienzellen solche Collateralen besitzen würde.

Die bei weitem wichtigsten Untersuchungen über die *Retina* sind die von *H. Müller*, dessen grössere Arbeit (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. [1856] S. 1) namentlich nicht nur das Vollständigste und Beste ist, was bis zu dieser Zeit geleistet wurde, sondern auch schon fast Alles angedeutet enthält, was die späteren Jahre noch zu Tage förderten. *H. Müller* verdanken wir vor allem die fruchtbare Entdeckung, dass die Stäbchen und Zapfen durch Ausläufer mit den inneren Theilen der *Retina* sich verbinden, welche der Ausgangspunkt einer ganz neuen Auffassung der anatomischen und physiologischen Bedeutung dieser Elemente geworden ist. Und wenn auch *H. Müller*, ebenso wie *Koelliker*, der zuerst *Müller*'s Angaben auch an der menschlichen *Retina* prüfte, anfänglich sich der Vermuthung hingab, dass auch die ebenfalls von *Müller* entdeckten Radialfasern in den inneren Lagen der *Retina* zu den wesentlichen Theilen dieser Haut gehören und mit den von den Zapfen und Stäbchen ausgehenden Fäden zusammenhängen, so war er doch auch der Erste, der (Würzb. Verh. IV. S. 99) die Frage besprach, ob die ersteren nicht eine andere Bedeutung haben, vor allem gestützt auf das Fehlen derselben am gelben Flecke und ihre Verbindung mit der *Limitans*. In seiner ausführlicheren Abhandlung äusserte er sich in dieser Beziehung noch bestimmter und bezeichnete die Radialfasern als eine Art indifferenter Substanz oder Bindesubstanz, ohne jedoch deswegen die Nöthigung zuzugeben, die Verbindung dieser Elemente mit den echt nervösen Theilen zu leugnen. Mittlerweile hatte schon *Remak* alle Radialfasern — so nannte *Müller* ursprünglich alle die *Retina* senkrecht durchsetzenden Fasern mit Inbegriff der Fortsetzungen der Elemente der Stäbchenschicht — als bindegewebigen Stützapparat bezeichnet, und *Blessig* sogar die Behauptung ausgesprochen, dass die *Retina* gar keine anderen nervösen Elemente als die Opticusfasern enthalte, Behauptungen, deren theilweise Widerlegung *Müller* und *Koelliker* nicht schwer wurde. *Koelliker* hatte besonders das chemische Verhalten der Radialfasern im engeren Sinne, d. h. der inneren Enden derselben, das von ihm zuerst genauer geprüft worden war, veranlasst, deren Beziehung zu den wesentlichen Elementen der *Retina* festzuhalten und diese Auffassung selbst dann nicht bestimmt aufzugeben, nachdem *H. Müller*, dem später (1856) auch *M. Schultze* sich anschloss, für die indifferente Natur derselben sich ausgesprochen hatten, indem in der damaligen Zeit keine anderen als nervöse Elemente bekannt waren, die zu den gefundenen Reaktionen passten. Wenn *Koelliker* nun nichtsdestoweniger seit 1863 entschieden für ihre Zusammengehörigkeit mit dem Gewebe der Bindesubstanz sich ausgesprochen, so geschah es einmal, weil er durch eigene Untersuchungen, die in diesem Werke (4. Aufl.) niedergelegt sind, von der mächtigen Verbreitung einer einfachen Bindesubstanz aus Netzen von Bindegewebskörperchen im ganzen centralen Nervensysteme sich überzeugt, und zweitens weil er gefunden hatte, dass alle zarteren Zellennetze der einfachen Bindesubstanz im Nervensysteme, der Milz, der Thymus, den Follikeln des Darmes u. s. w., in chemischer Beziehung sich ganz ebenso verhalten, wie die von ihm sogenannten Radialfasern der *Retina*. Hierzu kam dann noch die schöne Arbeit von *M. Schultze*, welche das ausgedehnte Vorkommen selbständiger, nicht nervöser Elemente in der *Retina*, wenn auch vielleicht nicht vollkommen bewies, doch in hohem Grade wahrscheinlich machte, und ferner die sehr wichtige Untersuchung

H. Müller's über die *Retina* des Chamäleon, der zufolge am gelben Flecke und weiter in den äusseren Lagen der *Retina* entschieden zweierlei Arten von Fasern da sind, von denen die einen senkrecht verlaufenden mit den Radialfasern der inneren Netzhautlagen des Menschen übereinstimmen, die anderen schiefverlaufenden allein mit den Zapfen sich verbinden. Von den Arbeiten über die *Retina* aus dem sechsten Decennium des vorigen Jahrhunderts sind besonders erwähnenswerth die von *M. Schultze*, der zuerst die Ueberosmiumsäure benützte, und *Henle*. Eine vorzügliche Gesammtdarstellung der *Retina*, welche in ihren Hauptzügen bis zu der Periode massgebend blieb, in welcher die Methoden von *Golgi* und *Ehrlich* Anwendung fanden, gab *M. Schultze* in *Stricker's* Handbuch von der Lehre von den Geweben. Ausgezeichnete zusammenfassende, grossentheils auf Autopsie beruhende Darstellungen der *Retina* gab dann *G. Schwalbe* (in *Graefe-Saemisch* Handb. d. Augenheilk. I. Aufl. 1874 und in Anat. der Sinnesorgane in *Hoffmann's* Anat. II. Aufl. 2. Bd. 1887). Die Entdeckung des Sehpurpurs durch *Boll* und die physiologische Durcharbeitung dieses Fundes durch *W. Kühne* war ebenso, wie die Entdeckung der Kontraktilität der Zapfen durch *Van Genderen Stort* und *Engelmann* ein wesentlicher Fortschritt in der Erkenntniss der Sehzellen. Nach rein morphologischer Richtung sind *W. Müller's* (Ueber die Stammesentwicklung des Sehorganes der Wirbelthiere, Leipzig 1875) und *W. Krause's* Untersuchungen, welche letztere die über die einzelnen Thiere aller Wirbelthierklassen vorliegende Litteratur zugleich sorgfältig berücksichtigen (in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 1., 3., 5., 9., 10., 11. u. 12. Bd.) hervorzuheben. Die Erkenntniss des Baues der *Macula lutea* und *Fovea* des Menschen haben die Untersuchungen von *Merkel*, *Kuhnt*, *Dogiel* und *Dimmer* und nach entwicklungsgeschichtlicher Richtung jene von *Chievitz* wesentlich gefördert. Die Zusammenhänge der nervösen Elemente, soweit sie mit den Isolationsmethoden erkannt werden konnten, waren bereits seit den Untersuchungen *M. Schultze's* zu einem gewissen Abschlusse gebracht; eine neue Epoche, in deren Entwicklung wir uns erst befinden, wurde durch die Methoden von *Golgi* und *Ehrlich* auch für die *Retina* begründet und sind unter den zahlreichen Untersuchungen der neueren Zeit insbesondere jene von *Ramón y Cajal* und *A. Dogiel* hervorzuheben. Die neuesten zusammenfassenden Darstellungen gaben *Greeff* (in *Graefe-Saemisch* Handb. d. Augenheilk. II. Aufl. I. Bd.) und *Kallius* (in Ergebn. d. Anat. u. Entwicklg. 8. u. 10. Bd.).

§ 340.

Die Linse, *Lens crystallina*, ist ein vollkommen durchsichtiger, an seiner hinteren Fläche mit dem Glaskörper und seitlich mit dem Strahlenbändchen, der *Zonula ciliaris* verbundener Körper, an dem die eigentliche Linse und die Linsenkapsel zu unterscheiden sind.

Die Linsenkapsel, *Capsula lentis*, ist, frisch untersucht, eine durchaus gleichartige, wasserklare, sehr elastische Haut, die wie aus einem Gusse geformt, die Linse von allen Seiten umgiebt und von den benachbarten Gebilden trennt. Die Kapsel, die an ihrer vorderen Wand 11—18 μ, hinter dem Ansatze der *Zonula ciliaris*, wo sie auf einmal sich verdünnt, nur noch 4,5 bis 6,8 μ misst, lässt sich leicht zerreissen, durchstechen oder zerschneiden, leistet dagegen einem stumpfen Werkzeuge bedeutenden Widerstand. Schneidet man eine unversehrte Kapsel an, so zieht sich dieselbe vermöge ihrer Elasticität stark zusammen und die Schnittränder rollen sich nach aussen um. Mikrochemisch verhält sich die Linsenkapsel ähnlich wie andere Glashäute, quillt aber in Essigsäure und löst sich, wie *Strahl* (Archiv f. phys. Heilk. 1852) nachwies, durch Kochen in Wasser; doch zeigt die Lösung keine Leimreaktion. Vom leimgebenden Gewebe unterscheidet sich die Linsenkapsel ferner durch ihre Löslichkeit in Trypsin. An senkrechten Durchschnitten erscheint die Linsenkapsel parallel der Oberfläche gestreift und *Berger* konnte durch Kaliumpermanganat

eine theilweise Zerlegung der Kapsel in lamellenartige Stücke bewirken. Insbesondere lässt sich eine oberflächliche Lamelle (Zonulalamelle) ablösen, welche auch nicht selten an Schnitten fixirter Augen (Fig. 1404) sich zufällig abhebt. Die Linsenkapsel ist merklich negativ doppelbrechend mit senkrecht zur Oberfläche orientirter optischer Achse. Die Doppelbrechung wird durch Phenole und Phenolaldehyde in eine positive umgekehrt (siehe meine S. 98 citirte Abhandl.). — Die Linse besteht aus epithelialen Zellen, welche jedoch nur an der vorderen Linsenfläche dauernd den Charakter eines einfachen Plattenepithels bewahren, am Aequator der Linse aber in lange faserartige Elemente übergehen, welche die eigentliche Linsensubstanz bilden. — Das Epithel, ***Epithelium lentis***, besteht aus einer einfachen Lage schöner heller vieleckiger Zellen von 13—22 μ (32 μ v. *Becker*) mit runden Kernen. Bei Thieren fand *Ballowitz* (in Arch. f. Anat. u. Phys. 1900) unregelmässige Kerne und krystalloide Fäden in den Zellen. Im Tode lösen sich die Epithelzellen leicht von einander, dehnen sich zu wasserklaren kugelrunden Blasen aus, von denen viele bersten, und stellen sammt einigen Tropfen von eingedrungenem *Humor aqueus* die sogenannte *Morgagni*'sche Feuchtigkeit dar, welche im Leben, wo das Epithel genau an die Linsenoberfläche sich anschmiegt, durchaus fehlt.

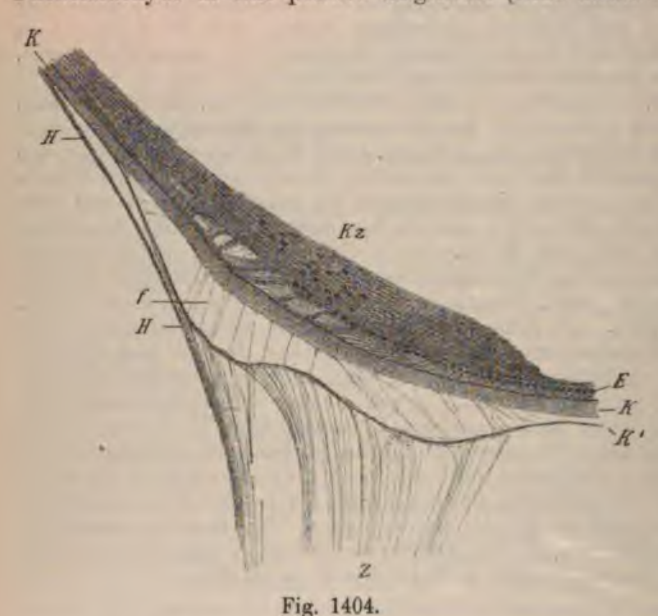


Fig. 1404.

Die Linsensubstanz, *Substantia lentis*, besteht durch und durch aus langen platten, sechsseitigen, 5,5—11 μ breiten, 2—4 μ dicken Elementen von wasserklarem Ansehen, grosser Biegsamkeit und Weichheit und einer bedeutenden Zähigkeit, welche gemeinhin als Linsenfasern bezeichnet werden, jedoch wie zartwandige Röhren mit hellem, zähem, eiweissartigem Inhalte

Fig. 1404. Meridionalschnitt durch die vordere Hälfte des Augapfels von einem durch Enucleation entfernten Bulbus. *Zenker*'s Flüssigk. Hämatox., Eosin. Vergr. 70. Aequatorialrand der Linse mit den angrenzenden Theilen, *E* Epithel, *K* Linsenkapsel, *K'* Zonula-Lamelle derselben, welche sich künstlich abgehoben hat, nach hinten jedoch in die normale Lage übergeht; *H* vordere Grenzschicht des Glaskörpers (*M. hyaloidea*), den Zonulafasern und weiterhin der hinteren Linsenkapsel dicht anliegend; *Z* Zonulafasern mit der äusseren Lamelle der Linsenkapsel verschmelzend; *f* Fäden, welche sich beim Abheben der Zonulalamelle, zwischen dieser und dem inneren Theil der Linsenkapsel gebildet haben; *kz* Kernzone der Linsenfasern.

sich darstellen. Letzterer tritt aus den Fasern beim Zerreissen derselben in grossen hellen unregelmässigen Tropfen hervor, die man bei Untersuchung der oberflächlichen Linsenfasern immer in Menge findet. In mikrochemischer Beziehung zeichnen sich diese Elemente dadurch aus, dass sie in allen Lösungen, die Eiweiss gerinnen machen, dunkler und deutlicher werden, daher solche Reagentien auch, namentlich Salpetersäure, Schwefelsäure, Alkohol, Kreosot und Chromsäure vortrefflich zur Untersuchung der Linse sich eignen, in kaustischen Alkalien dagegen rasch sich lösen und von Essigsäure ebenfalls sehr angegriffen werden. Die Hauptmenge der Eiweisskörper bildet das Globulin, ausserdem enthalten die Fasern etwas Fett und Spuren von Cholestearin. Die Vereinigung der Linsenfasern, die in den inneren Schichten der Linse, dem sogenannten Linsenkerne (*Nucleus lentis*), fester, schmäler und dunkler sind, als in den weicheren äusseren Theilen (*Substantia corticalis*), in ersterem auch nicht mehr als Röhren sich nachweisen lassen, kommt, wie *J. Arnold* zeigte, durch eine in Silbernitrat sich schwärzende Kittsubstanz zu Stande. Dabei legen sich dieselben mit ihren Flächen ohne Ausnahme der Linsenoberfläche parallel und greifen mit ihren zugeschärften Rändern regelmässig so ineinander, dass wie Fig. 1405, 2 ergiebt, im Innern der Linse jede Faser von sechs anderen umgeben ist, und die Querschnitte derselben das Bild einer aus sechsseitigen Backsteinen aufgeführten Mauer geben. An ihren Rändern und Randflächen sind die Fasern meist auch etwas uneben, ja selbst gezackt (bei Thieren, namentlich Fischen, ausgezeichnet schön), so dass hierdurch die seitliche Verbindung derselben inniger wird, als die ihrer breiteren Flächen, und deshalb auch die Linse leichter in der Richtung der Oberfläche in hautartige Lagen als in der Dicke in radiär stehende Blätter zerfällt. Man kann auch aus diesem Grunde der Linse, wie dies gewöhnlich geschieht, einen blätterigen Bau zuschreiben, in der Art, dass sie, ähnlich einer Zwiebel, aus ineinander eingeschachtelten Blättern besteht, nur muss man nicht aus den Augen lassen, dass diese Blätter keine regelmässig begrenzten Schichten sind und nie aus einer einzigen Lage von Linsenfasern bestehen. Es ist ferner zu bemerken, dass die Linsenelemente in der Richtung der Dicke regelmässig so angeordnet sind, dass sie durch die ganze Linse hindurch einander decken, und dieselbe auch als aus sehr vielen radiär gestellten dünnen Blättern von der Breite einer einzigen Linsenfaser bestehend gedacht werden kann. Den Aufbau der Linse aus solchen radiär gestellten Blättern oder Radiärlamellen bezeichnet *C. Rabl* als das Wesentliche, während er den Zerfall in zwiebelschalenartige Schichten als ein Kunstprodukt erklärt, das seine Entstehung nur dem Umstande

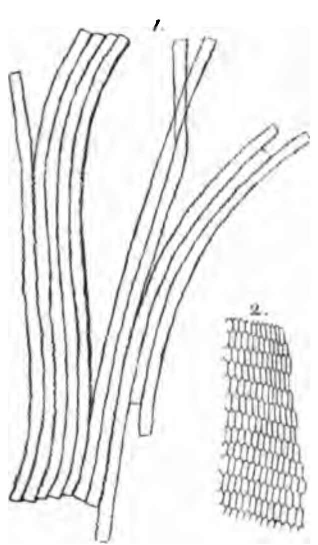


Fig. 1405.

Fig. 1405. Linsenfasern. 1. Vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenfasern vom Menschen. Zugleich Querschnitte von Radiärlamellen. Vergr. 350.

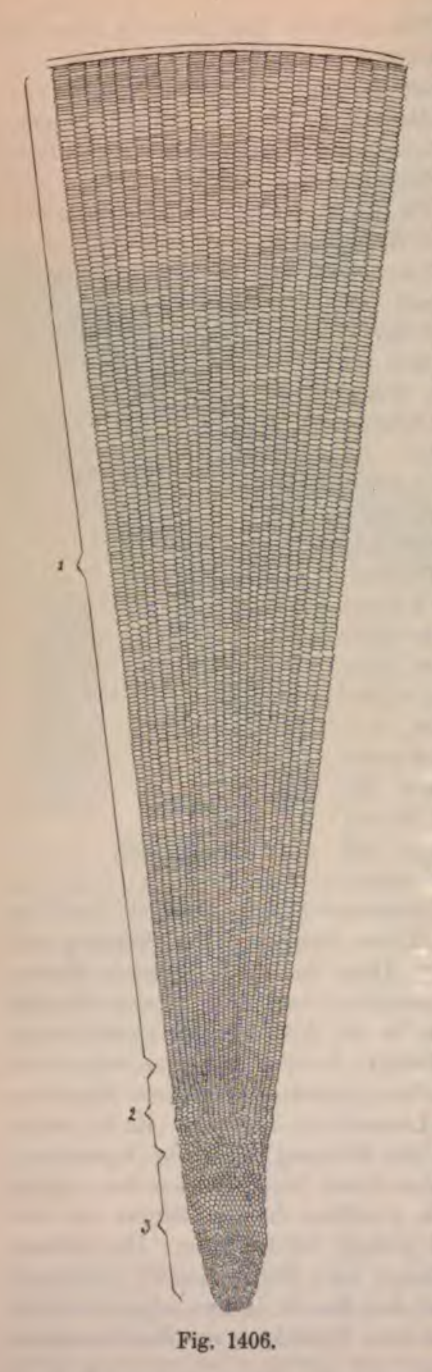


Fig. 1406.

verdankt, dass die vom Centrum der Linse gegen die Peripherie sich folgenden Fasern vermöge ihres verschiedenen Alters eine verschiedene Konsistenz besitzen. Die radiären Reihen der Linsenfasern treten an rein äquatorialen Linsendurchschnitten, an welchen alle Fasern quer durchschnitten werden, klar hervor. Die Zahl der Radiärlamellen beträgt beim Menschen nach den Zählungen *C. Rabl's* über 2000 (2111 und 2258) beim Erwachsenen, 1474 beim drei Monate alten Kinde; nach Berechnungen *Harting's* beim Erwachsenen 2058, beim Neugebornen und beim viermonatlichen Embryo 1475 bezw. 1450. Die Anordnung der Linsenfasern kann nur durch die Verfolgung der Entwicklung derselben verstanden werden. Ursprünglich entsteht die Linse durch eine Verdickung des äusseren Keimblattes, welche sich dann grubenförmig einstülpt und weiterhin zu einem ringsum geschlossenen Bläschen durch Abschnürung umbildet. Das Linsenbläschen zeigt nach der Abschnürung eine hintere, der Höhlung des Augenbechers zugewendete dickere, und eine vordere, der Hornhautanlage zugewendete, dünnere Wand. Die Zellen der hinteren Wand verlängern sich bald stark, vor allem jene, welche der Gegend der Linsenachse entsprechen. Sie sind gerade gestreckt; gegen die Seitenwand des Bläschens, welche dem Linsenäquator entspricht, werden die Zellen in Bezug auf die Linsenachse konvex gekrümmt und am Aequator gehen die Zellen unter zunehmender Verkürzung in die niedrigen Zellen der vorderen Linsenfläche, das Linsenepithel über. Die in der Achse der Hinterfläche gelegenen Zellen zeigen schon den Charakter von Linsenfasern, sie verlängern sich so weit, dass die Höhle des Linsenbläschens bald verschwindet. Im Bereiche des Epithels finden fortwährend mitotische Zelltheilungen statt und die

Fig. 1406. Schema einer Selachierlinse nach *C. Rabl*. Segment eines Aequatorialschnittes. 1 Hauptfasern; 2 Uebergangsfasern; 3 Centralfasern.

Zellen, welche nach rückwärts rücken, wachsen etwas hinter dem Aequator in Linsenfasern aus. Dies geschieht so, dass die Zellen zunächst einen Fortsatz bilden, der sich nach vorn unter die Epithelzellen schiebt. Dabei bleibt der Kern der Zelle anfänglich noch nahe der Linsenoberfläche. Sobald einmal die Zellen zu Linsenfasern sich umbilden, zeigen die Kerne derselben keine Mitosen mehr. Weiterhin beginnt auch das hintere Ende der Zelle sich zu verlängern, wodurch der Kern mehr nach vorne gedrängt wird. Dadurch werden die Kerne der zu Linsenfasern auswachsenden Zellen an meridionalen Durchschnitten in eine Linie gebracht, welche etwas hinter dem Aequator von der Linie der Kerne der Epithelzellen hakenförmig nach vorn umbiegt, um dann weiterhin annähernd parallel zu der Linie der Epithelzellenkerne zu verlaufen. Doch stehen die Kerne nicht in einer einzigen Reihe, sondern erscheinen wie geschichtet (Fig. 1407). Im weiteren Verlaufe der Entwicklung beginnen dann die Linsenfasern, welche den gerade gestreckten, zuerst gebildeten Centralfasern zunächst liegen, so auszuwachsen, dass sie mit, gegen die Achse konkaven, Bögen die Centralfasern umhüllen und diese somit vorne vom Linsenepithel, hinten von der Kapsel abdrängen. Die bogenförmigen Fasern kommen dann vorn und hinten wie die Meridiane an den Polen eines Erdglobus mit einander in Berührung. Die bogenförmigen Fasern sind ebenso, wie die Centralfasern anfänglich, von wechselndem Durchmesser und wenig regelmässiger Querschnittsform; erst allmählich ordnen sich diese Uebergangsfasern in regelmässigere radiäre Reihen von abgeplatteten sechsseitigen Fasern. Die Anordnung der radiären Reihen lässt sich, wie *C. Rabl* nachweist, bereits an den Epithelzellen des Aequatorialrandes erkennen; neue Faserreihen beziehungsweise Radiärlamellen entstehen durch Einschübe von den sich theilenden Epithelzellen aus. Die Centralfasern und Uebergangsfasern stellen den Linsenkern dar. Gegenüber dem früheren Stadium hat sich das Bild des meridionalen Linsendurchschnittes insoferne wesentlich geändert, als nun auf die geraden Centralfasern nicht sofort nach innen konvex gekrümmte Fasern folgen, sondern zunächst konkav gekrümmte, welchen nach

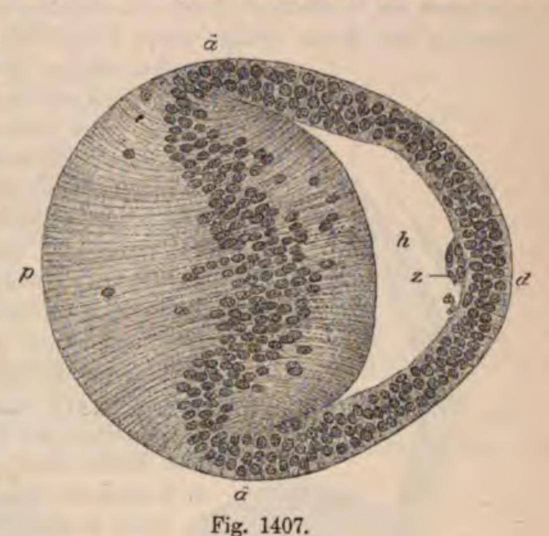


Fig. 1407.

Fig. 1407. Meridionalschnitt durch die Linse eines menschlichen Embryo von 5 Wochen. Sublimat, Hämatox., Eosin. Vergr. 230 (axialer Linsendurchmesser 0,27 mm). *ä* Aequatorialrand der Linse, an welchem der Uebergang der Epithelzellen in Linsenfasern stattfindet; *d* distale aus Epithelzellen, *p* proximale aus Linsenfasern bestehende Wand des Linsensäckchens; *h* Hohlraum der später verschwindet; *z* Zellen im Hohlraum, welche zu Grunde gehen.

aussen ein zweites Mal — allerdings nur vorübergehend — gerade gestreckte Fasern und diesen endlich, gegen den Aequator, die in das Linsenepithel übergehenden Fasern folgen, deren konvexe Krümmung der Linsenachse zugewendet ist (Fig. 1408).

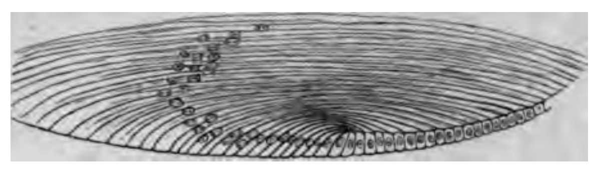


Fig. 1408.

Hat die Linse dieses Entwicklungsstadium erreicht, so haben die Centralfasern und Uebergangsfasern ihr Wachsthum bereits abgeschlossen und ihre Kerne verloren. Der Untergang der Kerne erfolgt durch Chromatolyse, indem die Kerne zunächst tropfenförmige Ansammlungen stark färbbaren Chromatins an ihrer Oberfläche zeigen, wobei die Kerne unter theilweisem Austritt von Chromatin sich allmählich verkleinern und endlich vollständig auflösen. Durch das Zugrundegehen der Kerne in den ausgewachsenen Fasern stellt sich dann das Verhältniss so, dass nur mehr die oberflächlichen Fasern der Radiärlamellen Kerne zeigen, welche im Meridionalschnitte vom Aequator im Bogen nach vorn und innen verlaufend und nach innen allmählich verschwindend, die sogenannte Kernzone (*H. Meyer*) bilden, während die ausgebildeten Linsenfasern durchaus kernlos sind. Die Kernzone bleibt dauernd erhalten und findet sich noch in vollständig ausgebildeten Linsen, allerdings hier in etwas anderer Form, da in Folge des Auftretens der Nähte (s. unten) die Vertheilung der Kerne eine sehr verwickelte wird und einzelne Kerne sehr weit nach vorne und hinten verschoben erscheinen. Mit der Ausbildung der Linse verändern sich schliesslich auch die Krümmungen der Fasern am Randtheile der Linse in der Art, dass alle Fasern, auch die unmittelbar an das Linsenepithel anschliessenden, die Konkavität der Krümmung der Linsenachse zuwenden (Fig. 1404 u. 1409). Bei vielen niederen Wirbelthieren, insbesondere bei den Vögeln und den Sauriern, bleibt die Anordnung auch in der ausgebildeten Linse wesentlich dieselbe, wie in dem zuletzt geschilderten Embryonalstadium der



Fig. 1409.

Fig. 1408. Meridionalschnitt durch den Rand der Linse vom Kalbe. Nach *Becker*.
Fig. 1409. Rand der Linse, um die Entwicklung der Linsenfasern zu versinnlichen. Halbschematische Figur. *a* Vordere Wand der Linsenkapsel; *b* Linsenepithel; *c* ein Bündel von Zonulafasern; *d* hintere Wand der Kapsel; *e* im Auswachsen begriffene Epithelzellen; *f* Zellen, die auch nach vorn zu sich verlängern; *g* Kernzone der ausgebildeteren Linsenfasern; *h* hintere verbreitete Enden dieser Fasern; *i* vordere Enden derselben.

Säugethierlinse. Der Bau der Linsen der Säugethiere und des Menschen erfährt aber dadurch eine Komplikation, dass sich an denselben sogenannte **Nähte** bilden. Die primitivste Form der Nähte besteht bei niederen Thieren (Selachier, einige Knochenfische, Amphibien, Alligator, Schlangen) in einer hinteren horizontalen und einer vorderen vertikalen, annähernd geraden Linie, in welcher die Linsenfasern so enden, dass alle Fasern dieselbe Länge besitzen. Dies wird dadurch bedingt, dass Fasern vom Ende der einen Naht zur Mitte der anderen und umgekehrt reichen und die dazwischen liegenden Fasern bezüglich ihrer Endpunkte analog sich verhalten. Solche lineare Nähte finden sich auch beim Kaninchen und Hasen sowie beim Delphin — unter den Säugethieren. Bei vielen Säugethieren kommen dreistrahlige Nähte oder Linsensterne vor, deren Strahlen unter Winkeln von annähernd 120° zu einander stehen, wobei an der Hinterfläche ein Strahl nach unten, an der Vorderfläche ein Strahl nach oben gewendet ist, wodurch die beiden Sterne um 60° gegen einander verdreht erscheinen. *C. Rabl* hat an der Linse des Schweines genauer verfolgt, wie an den nahtlosen Linsenkern die Nähte sich anbilden. Wenn die gekrümmten Linsenfasern auftreten, folgt bald die Bildung einer horizontalen Naht an der Hinterfläche der Linse, indem sich zuerst

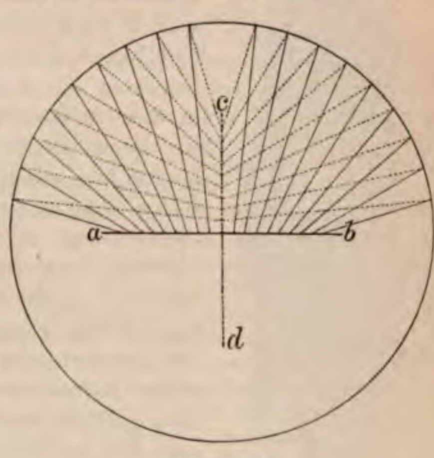
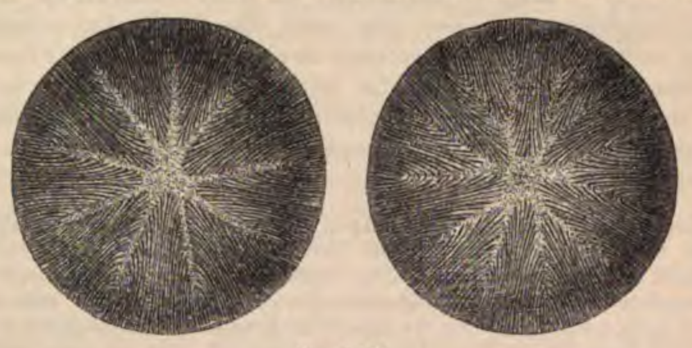


Fig. 1410.


Fig. 1411.

eine kleine Einbuchtung bildet, die dann verschwindet, wenn die einander entgegen wachsenden Fasern sich berühren. Diese enden nun nicht mehr, wie an

Fig. 1410. Schema des Faserverlaufes beziehungsweise der Radiärlamellen von der Linse eines Selachiers (*Mustelus laevis*) nach *C. Rabl*. *ab* Hintere, *cd* vordere Linsennaht. Die Fasern sind in ihrem Verlaufe an der hinteren Linsenfläche mit vollen, die an der vorderen mit punktirten Linien angegeben.

Fig. 1411. Linse des Erwachsenen, nach *Arnold*, um die Sterne zu zeigen. 1 Vordere Seite, 2 hintere Seite.

der nahtlosen Linse, zugespitzt, sondern abgestutzt oder kolbig verbreitert. Etwas später entsteht eine vertikal stehende Einbuchtung vorn. Aus diesen einfachen Nähten gehen später dreistrahlige Sterne dadurch hervor, dass die geradlinigen Nähte sichelartig sich zu krümmen beginnen, worauf dann am konvexen Scheitel der Krümmung der dritte Strahl auftritt. Die Entstehung der vielstrahligen Sterne geht in analoger Weise von den dreistrahligen Sternen aus. Beim menschlichen Embryo und beim Neugeborenen hat jeder, vom blossen Auge leicht sichtbare Linsenstern drei Strahlen. Dasselbe ist in den tieferen Schichten der Linse des Erwachsenen der Fall, wogegen in den oberflächlichen Lagen und an der Oberfläche selbst ein zusammengesetzterer Stern mit 9—16 verschiedenen langen und selten ganz regelmässigen Ausläufern zum Vorschein kommt, an dem jedoch ebenfalls Hauptstrahlen zu unterscheiden sind. Der Verlauf der Fasern wird hierdurch natürlich verwickelter, um so mehr, da an solchen Sternen auch die an die Seite der Strahlen sich ansetzenden Fasern bogenförmig gegeneinander sich neigen, so dass dieselben wie gefiedert oder wie Wirtel (*Vortices lentis*) erscheinen; allein nichtsdestoweniger bleibt sich das Wesentliche des eben geschilderten Faserverlaufs vollkommen gleich, indem auch hier der vordere und hintere Stern sich nicht entsprechen und keine Faser von einem Pole zum anderen geht. In den Sternen ist die Linsensubstanz nicht aus Fasern gebildet wie sonst, sondern zum Theil feinkörnig, zum Theil gleichartig, so dass mithin, da ja die Sterne in die Tiefe gehen, in jeder Linsenhälfte drei oder mehr nicht faserige Streifen (*central planes Bowman*) vorkommen. Die Linsenfasern werden in der Nähe der Sterne breiter, verschmelzen jedoch nicht miteinander, sondern enden mit keulen- und spindelförmigen Anschwellungen von mannigfachster Form, die von der Fläche gesehen oft zierlich vieleckig erscheinen (s. *Koelliker*'s Mikr. Anat. II. 2. Fig. 416, 417, 418).



Fig. 1412.

Ueber die Herkunft der Linsenkapsel herrschen noch immer widersprechende Ansichten. Für die niederen Wirbelthiere, deren Linse niemals von mesodermalem Gewebe umhüllt ist, kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass die Kapsel eine von den Linsenzellen selbst gebildete cuticulare Haut ist. Dieselbe tritt schon sehr frühzeitig, bald nach der Abschnürung des Linsenbläschens, als feines Häutchen auf. Schwieriger liegt die Frage für die Säugethiere, bei welchen die Linse von einer gefässhaltigen Kapsel umwachsen wird, die später wieder verschwindet. *Lieberkühn* und *Sernoff* glaubten für die Linsenkapsel der Säugethiere einen mesodermalen Ursprung annehmen zu sollen, während *Koelliker, Kessler, Keibel* und *C. Rabl* dieselbe cuticulare Bildungsweise, wie für die übrigen Wirbelthiere, wohl mit Recht für wahrscheinlich halten. Der neueste Autor auf diesem Gebiete, *Damianoff* (in Rech. histol. sur la

Fig. 1412. Aus den oberflächlichsten Lagen des Randes einer menschlichen Linse. *a* Gruppe von Linsenfasern mit Kernen (Kernzone); *b* eine einzelne solche Faser mit ihrem Kern; *c* Enden dieser Fasern nach hinten zu; *d* scheinbare Reihen von polygonalen Zellen, die an dieselben stossen, die aber nichts als die verbreiterten Enden tiefer liegender Fasern sind, von denen bei *e* eine freiliegt. Vergr. 350.

cristalloide etc. Thèse, Montpellier 1900) glaubt drei Schichten der Linsenkapsel vorzüglich auf Grund von Silberbildern annehmen zu sollen. 1. Eine innere cuticulare, 2. eine mittlere, von der gefässhaltigen Kapsel secernirte, 3. eine äussere, der Zonulalamelle *Berger*'s entsprechende Schicht, welche aus der gefässhaltigen Kapsel hervorgehen würde. Diese Unterscheidungen scheinen mir schon aus dem Grunde wenig annehmbar, weil eine Zonula und Zonulalamelle auch den Linsenkapseln der niederen Thiere nicht fehlt und wie unten noch besprochen werden soll, auch die Zonula und das Glaskörpergewebe als cuticulare Bildungen anzusehen sind, die unabhängig von dem embryonalen Gefässgewebe des Glaskörpers und der Linse sich bilden.

Bei den Saurien und Vögeln zeigt das Linsenepithel in der Gegend des Aequators hohe radiär gestellte, faserartige Zellen. Diese den sogenannten Ringwulst der Linse bildenden Zellen sind eine besondere Einrichtung, die wahrscheinlich mit der Accommodation der Linse in Beziehung steht. Hinter dem Ringwulste gehen die Zellen zunächst wieder in niedrigere Elemente über, welche die Matrix der Linsenfasern während der Entwicklung derselben darstellen. Sehr eingehende Untersuchungen über den feineren histologischen Bau des Ringwulstes bei zahlreichen Thieren gab *C. Rabl* in seiner bewunderungswürdigen Monographie der Wirbelthierlinse (in Zeitschr. f. wiss. Zool. 63., 65. u. 67. Bd.), in welcher die ausserordentliche Mannigfaltigkeit des Linsenbaues bei verschiedenen Thieren, die bis auf die ersten Entwicklungsvorgänge zurückgeht, anschaulich dargelegt ist. Die Zahl der Radiärlamellen ist eine bei verschiedenen Thieren sehr verschiedene, bei einer und derselben Art aber nur in sehr engen Grenzen variabel.

Die Linsenfasern sind manchmal fein längsstreifig, auch wohl mit zarten Querlinien versehen, die weder auf Fasern noch auf Zellen zu beziehen sind. — An Schliffen trockner Linsen fand *Thomas* zwei oder drei Systeme von Kreislinien, die *Czermák* in zusagender Weise aus dem Baue der Linse erklärt hat (Zeitschr. f. wiss. Zool. 7. Bd.). — Die oft regelmässig sechsseitigen und verdickten Enden der Linsenfasern (Fig. 1412) oder deren Abdrücke an der hinteren Kapselwand haben zu wiederholten Malen zu Verwechselungen mit einem Epithel Veranlassung gegeben, wie bei *Finkbeiner*, *Nunneley* und *Robin*. Auch die nicht gedeutete Zeichnung in *Henle*'s Fig. 529 ist hierher zu beziehen. — Zwischen den Linsenfasern glaubte *v. Becker* besondere interfibrilläre Räume annehmen zu dürfen, von denen *Koelliker* an frischen Linsen nichts zu sehen im Stande ist und die *Hensen* als Kunstprodukte ansieht. — Im Kerne der Linse beschrieb *Henle* zuerst die geraden in der Achse der Linse verlaufenden Fasern.

§ 341.

Der Glaskörper, *Corpus vitreum*, erfüllt den Raum zwischen der Linse und der *Retina* in der Art, dass er der eigentlichen *Retina* bis zur *Ora serrata* innig anliegt, dann aber mit seiner Vorderfläche mehr und mehr von der *Pars ciliaris retinae* sich entfernt um an die hintere Fläche der Linse zu gelangen und dort die Glaskörpergrube (*Fossa hyaloidea*) zu bilden. Die Oberfläche des Glaskörpers haftet im frischen Auge der *Limitans interna retinae* (*Koelliker*, *H. Müller L. hyaloidea Henle*) fest an und lässt sich kaum ohne Zerreissung von derselben trennen. Besonders fest ist der Zusammenhang an der *Ora serrata*. Der hier als feiner Spalt beginnende und gegen die Linse allmählich sich verbreiternde Chorioidalraum (*Garnier*) befindet sich zwischen Vorderfläche des Glaskörpers und Ciliartheil der Netzhaut und geht schliesslich in den circumlentalen Raum und die hintere Augenkammer über. Gegen diesen von wässeriger Flüssigkeit erfüllten und von den Fasern des Strahlenbändchens durchzogenen Raum grenzt sich der Glaskörper durch eine dichtere Oberflächenschicht, die vordere Grenzschicht ab, während die *Limitans interna retinae*, wie *Koelliker* (4. Aufl. d. Handb. S. 671) zeigte, auf den Ciliartheil der Netzhaut sich fortsetzt. Von einer Spaltung der *Limitans*

interna retinae oder der *hyaloidea Henle*'s an der *Ora serrata* kann keine Rede sein, da die Grenzschicht des Glaskörpers von anderer Beschaffenheit ist als erstere. Der Glaskörper besitzt ein Geäste aus feinen, wie es scheint unverzweigten Fäserchen, welche nach allen Richtungen des Raumes sich durchflechten und Maschen einschliessen, in welchen die Glaskörperflüssigkeit enthalten ist (Fig. 1413). Dieser faserige Bau wurde zuerst von *Bowman* gesehen, später von *H. Virchow*, *Ciaccio* und insbesondere von *G. Retzius* genauer geschildert und von letzterem durch vorzügliche Abbildungen erläutert. Die an der Oberfläche des Glaskörpers befindliche Grenzschicht zeigt Fäserchen, die in flächenhafter Anordnung dicht verwebt sind und stellenweise auch mehrere lamellenartige Lagen herstellen, aber nach einwärts ohne scharfe Grenze in das Gerüstwerk des eigentlichen Glaskörpers übergehen. Die Fäserchen des Glaskörpers sind weder elastische, noch leimgebende, sondern von eigenthümlicher Beschaffenheit. Die Grenzschicht des Glaskörpers wird von *Koelliker* als *Membrana hyaloidea* bezeichnet. Doch existirt abgesehen von der *Limitans interna retinae* eine strukturlose Membran an der Oberfläche des Glaskörpers nicht. Wenn man daher eine *Membrana hyaloidea*, als eine dem Glaskörper eigene Haut, von der *Membrana limitans interna retinae* unterscheiden will, so kann nur die dichtere Oberflächenschicht der Fäserchen des Glaskörpers als solche bezeichnet werden. Im Bereiche der eigentlichen Netzhaut ist diese Grenzschicht des Glaskörpers wenig deutlich; sie wird es erst vom Rande der Netzhaut (*Ora serrata*) an, wo sich der Glaskörper vom Ciliartheil der Netzhaut mehr und mehr entfernt, um die hintere Wand des Orbicularraumes und weiter nach vorn des circumlenticulären oder *Petit*'schen Raumes und schliesslich die Auskleidung der Grube, welcher die hintere Fläche der Linse anliegt, zu bilden. Dieser Theil der sogenannten *Hyaloidea* wird speziell als vordere Grenzschicht des Glaskörpers bezeichnet (Fig. 1414, *h*). Während die Oberfläche des Glaskörpers dicht und zwar, wie *Salzmann* nachweist, vorwiegend äquatorial-faserig erscheint, wird das Gewebe nach innen im Allgemeinen lockerer und weitmaschiger. Im Innern des Glaskörpers wird ein von Flüssigkeit erfüllter, etwa 1 mm weiter, kanalartiger Raum angenommen, welcher von der Eintrittsstelle des Sehnerven bis an die hintere Linsenfläche reicht (*Canalis hyaloideus*). Beim Embryo findet sich in dieser Gegend embryonales Bindegewebe, durch welches die *Arteria hyaloidea* als Fortsetzung der *A. centralis*



Fig. 1413.

Fig. 1413. Faserung des Glaskörpers vom Erwachsenen. *Müller*'s Flüssigk. Vergrösserung beil. 500. Nach *G. Retzius*.

retinae zur Hinterfläche der Linse zieht, um dort an der Bildung des Gefässnetzes sich zu betheiligen, welches die embryonale Linse umgiebt. Das embryonale Gallertgewebe wird später von gefäss- und zellenlosem Glaskörpergewebe ringsum umwachsen, während die Gefässe sich allmählich zurückbilden und endlich ganz verschwinden und das embryonale Bindegewebe sich in ein zellenfreies Fasergewebe umwandelt, das lockerer ist, als jenes der Glaskörperrinde (Fig. 1415). Die Rück- und Umbildung dieses centralen Glaskörpergewebes kann manchmal bis zur völligen Verflüssigung vorschreiten, während in anderen Fällen deutliche Reste desselben übrig bleiben. Wie *Salzmann* (Die *Zonula*

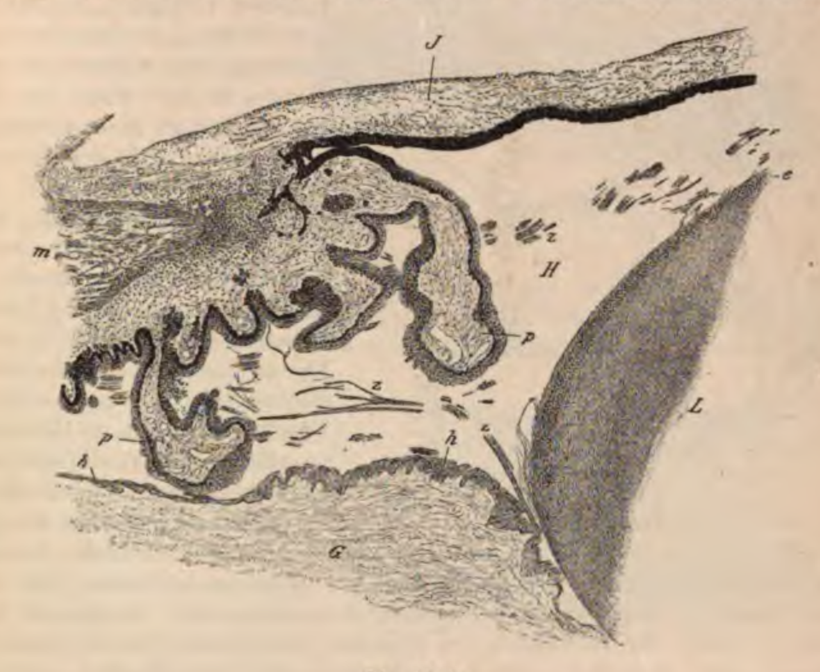


Fig. 1414.

ciliaris, 1900) findet, kann man die vordere Grenzschicht des Glaskörpers oft im ganzen Bereiche der tellerförmigen Grube nachweisen, während sie in anderen Fällen am hinteren Linsenpole eine Lücke aufweist. Zellen findet man im Innern des ausgebildeten Glaskörpers normaler Weise nicht, dagegen kommen solche inkonstant an der Oberfläche desselben unter der *Limitans* zur Beobachtung. Sie sind amöboid, häufig von Vakuolen durchsetzt und müssen wohl als veränderte Wanderzellen (Leukocyten) aufgefasst werden. Ob der Rindentheil des Glaskörpers aus einer zelligen Anlage hervorgeht, die vom mittleren Keimblatte abstammt, ist mindestens zweifelhaft. Es ist wahrscheinlicher, dass

Fig. 1414. Meridionaler Tangentialschnitt durch den Linsenrand und dessen Umgebung von einem in *Müller*'s Flüssigk. gehärteten Auge. Hämatox., Eosin. Vergr. 46. *G* Glaskörper; *H* hintere Augenkammer; *J* Iris; *L* Linse; *e* Linsenepithel; *h* vordere Grenzschicht des Glaskörpers (*M. hyaloidea*); *m* *Musculus ciliaris*; *p* *Processus ciliaris*; *z* Zonulabündel schräg durchschnitten.

die specifischen Fäserchen des Glaskörpers ebenso, wie die noch zu besprechenden Zonulafäserchen cuticulare Abscheidungen der Innenfläche der sekundären Augenblase, beziehungsweise der Netzhautanlage sind (*Tornatola*, *C. Rabl*, *A. Fischel*).

Das Strahlenbändchen (*Zonula ciliaris, Z. Zinnii*) ist nicht, wie die älteren Autoren glaubten, ein hautartiges Gebilde, sondern ein komplizirtes System von Fasern, welches die Linse in seiner Lage festhält und auf die Kapsel derselben eine radiäre Zugspannung ausübt. Die Fasern verlaufen vorzüglich in meridionaler Richtung, entspringen hauptsächlich vom Ciliartheile der *Retina* in der Nähe der *Ora serrata* und an dieser selbst und strahlen am Rande der Linse in die Kapsel derselben ein. Sie sind von wechselnder Dicke, zum Theil so fein wie Bindegewebsfibrillen, aber auch 9—22 μ (*Koelliker*), selbst 35 μ (*Salzmann*) dick. Doch sind so dicke Fasern, die meist abgeplattet erscheinen, vielleicht durch seitliche Verschmelzung feinerer Fäserchen zu erklären. Die Fasern sind fast so stark lichtbrechend wie elastische, aber wenig dehnbar, fast wie Bindegewebsbündelchen, dagegen ziemlich widerstandsfähig gegen Essigsäure und verdünnte Alkalien. Sie sind positiv einachsig doppelbrechend, erleiden aber nicht, wie leimgebende und elastische Fasern, bei Einwirkung von Phenolen und Phenolaldehyden eine Umkehrung, wohl aber eine merkliche Schwächung der Doppelbrechung. Durch die angeführten Eigenschaften unterscheiden sich die Zonulafasern bestimmt von leimgebenden und elastischen Fasern. Die Fasern hängen grösstentheils mit der sogenannten Glashaut (*M. limitans interna*) des Ciliartheiles der *Retina* fest zusammen und erscheinen wie faserige Fortsätze dieser. Sie kommen zum Theile aus den Buchten zwischen den Zellen des Ciliartheiles der *Retina* hervor und an Schnitten kann man leicht, wie *Salzmann* auseinander setzt, der Täuschung unterliegen, dass die Fasern in das Innere der Zellen sich fortsetzen. Eine genaue Untersuchung ergiebt jedoch, dass es sich um rein cuticulare Bildungen, welche von der Oberfläche ausgehen, handelt. Immerhin möchte ich *Salzmann* gegenüber betonen, dass auch gelegentlich Zonulafasern vorkommen, welche als direkte Fortsätze zugespitzter Zellen des Ciliartheiles der *Retina* erscheinen (Fig. 1417). Ursprünge von Zonulafasern lassen sich am

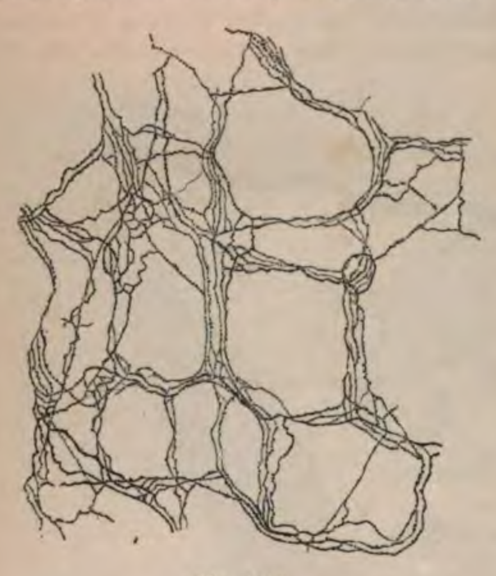


Fig. 1415.

Fig. 1415. Faserung des Glaskörpers aus dem centralen Theile hinter der Linse mit grösseren Lücken zwischen den Fasern von demselben Auge wie Fig. 1413 und bei derselben Vergrösserung. Nach *G. Retzius*.

inneren Epithel des Ciliarkörpers bis an die Ciliarfortsätze herab noch nachweisen, von wo sie theilweise auch rückläufig (Fig. 1416, z') gegen die Grenzschicht des Glaskörpers ziehen (*Berger*, *G. Retzius*). Ein Theil der Zonulafasern entspringt ferner von der eigentlichen Netzhaut am Rande derselben aus der *Limitans* und dringt durch das Glaskörpergewebe in den Orbicularraum (*G. Retzius*). Ferner findet man Zonulafasern an der Grenzschicht des Glaskörpers, welche theils an dieser, unter rechten Winkeln umbiegend, enden, theils, wenn auch im Ganzen selten, in den Glaskörper selbst eindringen und in diesem sich verlieren (*Salzmann*). Die Hauptmasse der Zonulafasern zieht durch den Orbicularraum, dann weiter durch die Thäler der Ciliarfortsätze und zwar meist dicht an den Seitenflächen der letzteren, zum Theil auch an den Firsten derselben, der Grenzschicht des Glaskörpers dicht anliegend (Fig. 1418). Dadurch, dass die Zonulafasern vorzüglich längs der Seitenflächen der Ciliarfortsätze verlaufen, treten sie in der Hauptsache in platten Bündeln, welche in meridionalen Ebenen neben einander liegen, durch den circumlentalen Raum an den Linsenäquator heran. Man kann in jedem Bündel vordere, mittlere und hintere Fasern unterscheiden, die je näher dem Linsenrande um so mehr auseinander treten und somit im Ganzen am meridionalen Durchschnitt als ein fast gleichschenkliges Dreieck erscheinen (Fig. 1344), dessen Basis am Linsenrande liegt und dessen allmählich sich zu einem sehr spitzen Winkel vereinigende, der Krümmung des Bulbus entsprechend

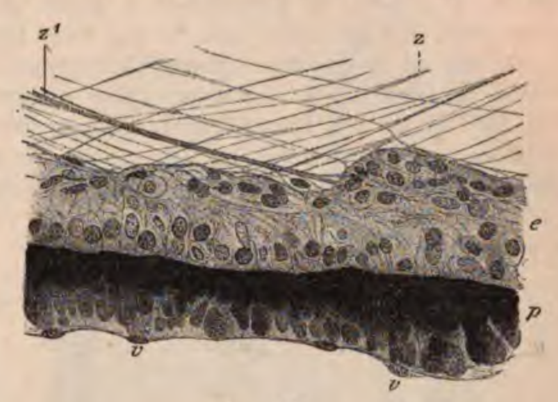


Fig. 1416.

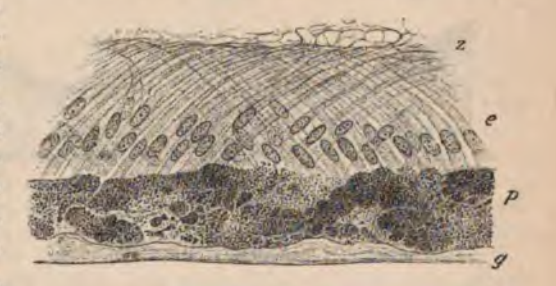


Fig. 1417.

Fig. 1416. Meridionalschnitt durch die *Pars ciliaris retinae* etwas hinter den Ciliarfortsätzen, vom Erwachsenen. *Zenker*'s Flüssigk., Hämatox., Kongo. Vergr. 325. *e* Pigmentlose Epithelzellen in Zusammenhang mit den Zonulafasern; *p* Pigmentschicht mit knospenartigen Vorsprüngen, welche in die Gruben der Glashaut eingelagert sind; *v* Endothelzellen einer Vene; *z* rechtläufige, z' rückläufige Zonulafasern.

Fig. 1417. Meridionalschnitt durch die *Pars ciliaris retinae* nahe der *Ora serrata* von demselben Präparate wie Fig. 1416. Vergr. 325. *e* Pigmentlose Epithelzellen schräg gestellt und in aufeinander folgenden Lagen theilweise sich kreuzend, lang gestreckt und da und dort direkt in Zonulafasern *z* sich fortsetzend; *p* Pigmentschicht; *g* Glashaut der *Chorioidea*.

gebogene Seiten gegen die *Ora serrata retina* ziehen. Am Linsenrande strahlen die Fasern in eine für sich darstellbare Lamelle der Linsenkapsel (Zonulalamelle *Berger*, in Centralblatt f. prakt. Augenheilk. 1882, S. 1) ein (Fig. 1404, *K*) und lassen sich als eine feine Faserung noch eine Strecke weit namentlich an der vorderen Linsenfläche verfolgen. Die Ansatzpunkte der Fasern bilden im Ganzen am Linsenrande eine wellige Linie, indem dieselben bald vor, bald hinter dem Linsenäquator, bald an diesem selbst sich ansetzen. Am weitesten nach vorn treten im Allgemeinen die aus den Ciliarthälern und am weitesten von hinten kommenden Fasern. Die hinter dem Linsenäquator sich

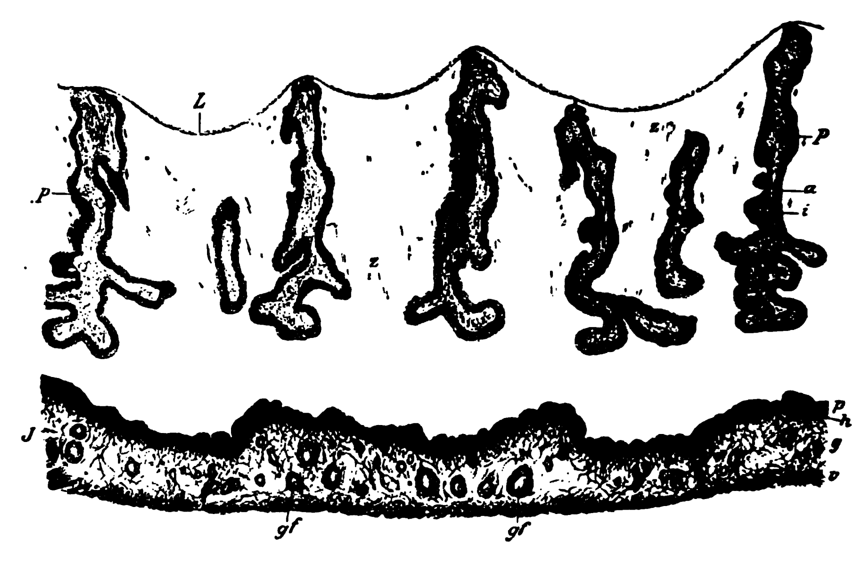


Fig. 1418.

ansetzenden Fasern entspringen zum guten Theile weiter vorn vom Ciliarkörper und den Ciliarfortsätzen und kreuzen sich zum Theil mit den von hinten kommenden Faserbündelchen. Der Raum, durch welchen die Zonulafasern ziehen, ist im Allgemeinen von derselben wässerigen Flüssigkeit erfüllt, wie die Augenkammern und ist der ganze Orbicularraum wesentlich eine spaltförmig nach hinten auslaufende Fortsetzung der hinteren Augenkammer. Doch kommen da und dort Brücken von Glaskörpergewebe vor, welche den Orbicularraum quer durchsetzen und noch im Bereiche der Ciliarthäler als sogenannte Ligamente (*Campos*) von der vorderen Grenzschicht des Glaskörpers an die Glashaut (*Limitans*) des Ciliartheils der *Retina* ziehen (*Salzmann*). Die innigen Beziehungen des Glaskörpers und des Strahlenbändchens, namentlich die schon

Fig. 1418. Querschnitt durch den Ciliartheil der Iris und die Spitzen der *Processus ciliaris*. *Müller*'s Flüssigk. Vergr. 35. *J* Iris; *L* vordere Grenzschicht des Glaskörpers (*L. hyaloidea*); *P P Processus ciliares* im Querschnitt; *a* äussere, *i* innere pigmentirte Zellschicht der *Pars ciliaris retinae*; *g* Gefässschicht; *gf* Blutgefässe; *h* hintere Grenzschicht (*Dilatator*); *p* Pigmentschicht; *v* vordere Grenzschicht der Iris; *z* Zonulafasern im Querschnitte.

von älteren Autoren, insbesondere aber von *Retzius* sicher gestellten Ursprünge von Zonulafasern, welche im Bereiche der *Ora serrata* durch Glaskörpergewebe ziehen, endlich die Befunde *Salzmann's* über das Einstrahlen von Zonulafasern in den Glaskörper im Bereiche der vorderen Grenzschicht machen es sehr wahrscheinlich, dass das Strahlenbändchen und der Glaskörper genetisch zusammen gehören.

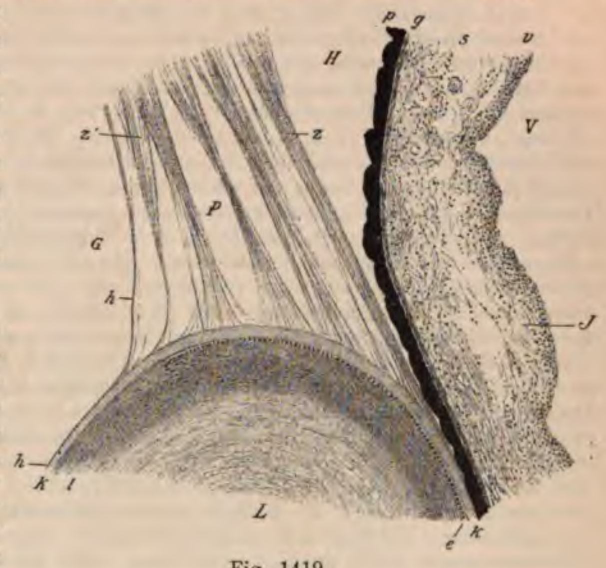


Fig. 1419.

Die Erkenntniss, dass dem Glaskörper ein fein netziger oder gerüstartiger Bau zukomme, hat sich erst in neuester Zeit, namentlich durch die Untersuchungen von *H. Virchow* und *G. Retzius* Geltung verschafft. Die Fäserchen des Glaskörpers durchkreuzen sich in allen Richtungen; ob sie wirkliche Anastomosen, also wahre Netze bilden, ist unsicher. Häufig sieht man an ihnen Körnchen angelagert. Ob dieselben präexistiren oder nur Niederschläge durch die Fixirung sind, ist zweifelhaft, letzteres ist wahrscheinlicher. Die Fäserchen erscheinen von gleichmässiger Feinheit ohne Varikositäten, an manchen Stellen in Knoten durcheinander laufend, die wie Sterne erscheinen und Zellen vortäuschen können (Fig. 1413). Ihrem chemischen Verhalten nach kann man sie am ehesten dem Neurokeratin, beziehungsweise den Gliafasern des Centralnervensystems, auf keinen Fall elastischen oder leimgebenden Fasern zurechnen. Die älteren Anatomen waren nicht im Zweifel, dass der Glaskörper aus festen und flüssigen Theilen bestehe, da aus einem frisch angeschnittenen Glaskörper Flüssigkeit abtropft, wobei aber, wenn man denselben auf ein Filter legt, stets ein Rest übrig bleibt. Diese Thatsache hat neuerdings wieder *H. Virchow* — Angaben gegenüber, welche den Glaskörper als eine Gallerte oder ein Transsudat hinstellen wollten — ins rechte Licht gesetzt. Welche Struktur die festen Theile des Glaskörpers besitzen, war lange unklar. Man vermuthete ein System von Häuten, welche kammerartige, von Flüssigkeit erfüllte Räume umschliessen und an der Oberfläche in die *Hyaloidea* übergehen. *Brücke* meinte zwiebelschalenartig angeordnete Membranen nachgewiesen zu haben, während *Hannover* beim Menschen radiäre Häutchen, welche gegen die Augenachse konvergiren sollten, annahm. Doch handelte es sich dabei um Niederschlagsmembranen, die mit Bleiacetat (*Brücke*) oder Chromsäure (*Hannover*) oder Sublimat (*Finkbeiner*) erzeugt wurden. Die heute angenommene Faserstruktur ist am frischen Glaskörper ebenfalls nicht direkt zu erweisen. Da sie aber mit sehr verschiedenartigen Fixirungsmitteln in derselben Weise erscheint, ist ihre Präexistenz umsomehr anzunehmen, als andere feste Theile,

Fig. 1419. Meridionaler Schnitt durch den Linsenrand vom Erwachsenen. *Flemming*'s Gem., Hämatox. Vergr. 55. *G* Glaskörper; *H* hintere Augenkammer; *J* Iris; *K* Linsenkapsel; *L* Linse; *P* Raum, dem sogenannten *Canalis Petiti* entsprechend; *V* vordere Augenkammer; *e* Linsenepithel, nach hinten in die Linsenfasern *l*, die Kerne in die Kernzone übergehend; *g M. dilatator iridis*; *h* vordere Grenzschicht des Glaskörpers (*M. hyaloidea*); *p* Pigmentschicht; *s* Gefässschicht; *v* vordere Grenzschicht der Iris; *z* Zonulafasern zur vorderen, *z'* zur hinteren Kapselfläche ziehend.

die unbedingt vorhanden sein müssen, nicht zu finden sind. Während *Brücke* und *Hannover* durch Untersuchung des ausgebildeten Glaskörpers dessen Bau zu ergründen suchten, verfolgten *Koelliker* und *R. Virchow* die Entwicklung desselben.

Man weiss schon längst, dass der Glaskörper beim Fötus im Innern Gefässe hat (die früher ziemlich allgemein angenommenen oberflächlichen Glaskörpergefässe sind nach den Untersuchungen von *H. Müller* die sich entwickelnden Netzhautgefässe) und hätte hieraus schliessen können, dass auch ein dieselben tragendes Gewebe vorhanden sein müsse, allein Niemand versuchte früher durch das Mikroskop weitere Aufschlüsse zu gewinnen. Erst *Bowman* (Lectures p. 97, Fig. 7 und p. 100) meldet, dass der Glaskörper des Neugeborenen einen sehr deutlichen und eigenthümlichen faserigen Bau darbiete, indem derselbe aus einem dichten Netze von Fasern bestehe, die an den Knotenpunkten kernartige dunkle Körperchen besitzen, so dass eine bedeutende Aehnlichkeit mit dem Schmelzorgane (d. h. dem Zellennetze der Gallerte desselben) des embryonalen Zahnsäckchens herauskomme. Hiermit stimmt, was später *R. Virchow* fand, so ziemlich überein. Der Glaskörper von 10,8 cm langen Schweineembryonen besteht nach diesem Forscher aus einer gleichartigen, an einzelnen Stellen leicht streifigen, schleimhaltigen Substanz, in der in regelmässigen Abständen runde kernhaltige körnige Zellen zerstreut liegen. Am Umfange desselben findet sich eine feine Haut mit sehr zierlichen Gefässnetzen und einem feinfaserigen Maschenwerke, welches an den Knotenpunkten Kerne enthält und in seinen Maschen ebenfalls gallertigen Schleim mit runden Zellen einschliesst. Hiernach, und weil er im Glaskörper des Erwachsenen auch Schleim gefunden, glaubte *R. Virchow* das Gewebe des embryonalen *Corpus vitreum* dem von ihm sogenannten Schleimgewebe, *Koelliker*'s (gallertigen, einfachen Bindesubstanz (s. § 30, S. 106) an die Seite stellen und annehmen zu dürfen, dass im Laufe der Entwicklung der Bau sich in der Art ändere, dass die Zellen untergehen und die Zwischensubstanz allein bleibe. *Koelliker* fand im Glaskörper menschlicher und thierischer Embryonen, sowie bei Kindern und jungen Thieren nirgends etwas Anderes, als eine gleichartige schleimhaltende Grundsubstanz und viele ziemlich regelmässig in Abständen von 22—45—68 μ in derselben vertheilte runde oder längliche, körnige, kernhaltige Zellen von 9—22 μ. Sternförmige netzförmig verbundene Zellen sah *Koelliker* zwar auch, allein immer nur an der Aussenseite der *Membrana hyaloidea*, und waren dieselben, so wie einmal die bekannten Gefässe aussen an der *Hyaloidea*, d. h. die Netzhautgefässe nach *H. Müller*, Blut zu führen begannen, mit Leichtigkeit im Zusammenhange mit denselben und den sich entwickelnden Kapillaren nachzuweisen. Von Häuten, wie sie *Hannover* beschreibt, sah *Koelliker* mit dem Mikroskope niemals eine sichere Spur, und doch müssten dieselben, wie er behauptet, wenn vorhanden, eben so gut an ihren Falten zu erkennen sein, wie die äusserst zarte *Hyaloidea* selbst. Im Glaskörper des Erwachsenen war von den früheren Verhältnissen meist nur die gleichartige Grundsubstanz geblieben und die Zellen verschwunden, doch traf *Koelliker* die letzteren in manchen Fällen auch hier noch spärlich und undeutlich, namentlich in den an die Linse und die *M. hyaloidea* überhaupt grenzenden Theilen des Organs. — Aus diesen Erfahrungen zieht *Koelliker* den Schluss, dass der Glaskörper wohl früher einen Bau besitzt, der noch am meisten an embryonale Zellengewebe erinnert, dass aber später, wenigstens in seinen inneren Theilen, jede Spur eines solchen verloren geht und derselbe nur aus einem mehr oder minder dichten Schleime besteht (cf. § 30).

Diesem Versuche, den Glaskörper als ein eigenartig umgewandeltes Gallertgewebe aus dem durch den Augenblasenspalt eindringenden gefässhaltigen Gewebe des mittleren Keimblattes abzuleiten, wurden in neuerer Zeit berechtigte Bedenken entgegen gestellt. Vor allem die Thatsache, dass ein Gallertgewebe nur bei Säugethieren und beim Menschen im embryonalen Auge sich findet, oder wenigstens nur bei Thieren, welche Glaskörpergefässe besitzen, während in den Augen der Urodelen, der Saurier und der Vögel der Glaskörper sich bildet, ohne dass jemals ein embryonales Bindegewebe vorher an seiner Stelle vorhanden war. *A. Fischel* (in Anat. Hefte 14. Bd. S. 29) ist unabhängig von *Tornatola* zu der Ueberzeugung gelangt, dass bei *Salamandra* der Glaskörper nur von der Retinaanlage abstammen kann. Erwägt man ferner, dass die Zonulafasern unzweifelhaft mit dem Epithel der *Pars caeca retinae* schon bei ihrem frühesten Auftreten in innigster Verbindung sind und zum Theil sicher von dieser entspringen, dass ferner eine andere Quelle für den Glaskörper als die *Retina* im Innern gefässloser Augen nicht zu

finden ist, so muss man wohl zugeben, dass die Annahme der ektodermalen Entstehung des Glaskörpers sowohl, als der in ihrem Ursprunge von demselben nicht scharf zu trennenden Zonula, Vieles für sich hat. Die Verbindung der Zonulafasern mit der Linsenkapsel müsste in ihrer ersten Anlage bereits zu einer Zeit erfolgen, wo der Linsenrand der *Pars caeca retinae* dicht anliegt. Für die Säugethiere ist allerdings die ektodermale Entstehung von Glaskörper und Zonula mit Rücksicht auf die frühe Bildung der gefässhaltigen *Membrana capsulo-pupillaris* viel schwerer vorstellbar, wenn auch keineswegs ausgeschlossen und *O. Schultze* (in *Graefe-Saemisch* II. Aufl.) spricht sich ganz bestimmt für die ektodermale Abkunft der Zonulafasern aus.

Ueber den Bau des Strahlenbändchens herrschten früher insofern unrichtige Vorstellungen, als man dasselbe für eine geschlossene Haut ansah, die in der Nähe der Linse in zwei Blätter sich spalten und am Linsenrande einen im Durchschnitte dreieckigen Kanal (*Canalis Petiti*) bilden sollte. Ein solcher Kanal existirt nicht und kann nur künstlich durch Lufteinblasen oder Injektion gefärbter Flüssigkeiten erzeugt werden. Der sogenannte *Petit*'sche Raum ist von den Zonulafasern durchsetzt und hängt durch die Zwischenräume zwischen den Fasern mit der hinteren Augenkammer überall zusammen. Dass die Zonula aus, durch zahlreiche Spalten getrennten und nirgends zu einer Haut verbundenen Fasern besteht, wurde erst seit der Zeit allgemein anerkannt, wo es gelungen ist, mit Hilfe der Einbettung in Celloidin dünne Durchschnitte durch ganze Augen oder wenigstens der im Aequator abgetrennten vorderen Augenhälfte anzufertigen. Die Täuschung, dass die Zonula eine Membran ist, wird beim Ablösen derselben von der *Chorioidea* wesentlich dadurch befördert, dass die *Pars ciliaris retinae* oder wenigstens ihre *Limitans interna* (Glashaut) an den Zonulafasern fest anhaftet und theilweise ebenso die vordere Grenzschicht des Glaskörpers. Die heute geltende Auffassung der Zonula als ein System von Fasern wurde schon von *Henle* und *Merkel*, später von *Gerlach* (1880) und *Berger* angebahnt und von *W. Czermak* (in Arch. f. Ophthalm. 31. Bd.), *Topolanski* (Ebenda 37. Bd.), *G. Retzius* (in Biol. Untersuch. 1894), *Salzmann* (l. c.) u. A. durch umfassende Anwendung der modernen Schnittmethoden unter gleichzeitiger Kontrolle der präparatorischen Ergebnisse ausgebaut und gefestigt.

B. Nebenorgane.

§ 342.

Die Augenlider haben als Stütze die sogenannten Augenlidknorpel, ***Tarsi***, dünne, halbmondförmige, biegsame, aber ziemlich elastische, innen und aussen durch fibröse Bänder, die *Ligg. tarsi*, befestigte Platten, welche dem Baue nach zu dem festen geformten Bindegewebe gehören, jedoch hie und da auch eine gewisse Zahl kleiner Knorpelzellen enthalten. Ueberzogen werden diese 0,7—0,9 mm dicken Platten, deren von feinen elastischen Fasern durchsetzte Bindegewebszüge vorzüglich den Rändern gleich verlaufen, aussen von dem ***Orbicularis palpebrarum*** und der Haut, innen von der Bindehaut. Die äussere Haut ist hier sehr zart (0,45—0,28 mm), mit dünnem, fettlosem, lockerem Unterhautbindegewebe, 124 μ dicker Oberhaut mit kurzen Papillen (von 40—50 μ). Die Cutis enthält fast immer zerstreute Pigmentzellen und Mastzellen. In ihrer ganzen Ausdehnung finden sich kleine Schweissdrüsen (von 0,2—0,3 mm) und fast ohne Ausnahme viele kleine Härchen (nach ***Koelliker*** häufig ohne nebenstehende Talgdrüsen). Am Rande der Lider zeigen die Haare als Augenwimpern (*Cilia*) eine bedeutende Entwicklung und sind auch mit kleinen Talgdrüsen versehen, entbehren aber der Haarbalgmuskeln (siehe I. Bd. S. 164). In der Nähe der Wurzeln der Wimpern finden sich eigenthümlich modifizirte grosse Knäueldrüsen, die *Moll*'schen Drüsen,

von welchen bereits (siehe I. Bd. S. 250) die Rede war. Dem Baue und der Absonderung nach mit den Talgdrüsen vollkommen übereinstimmend, dagegen in der Form etwas abweichend, sind die Tarsal- oder *Meibom*'schen Drüsen (*Glandulae tarsales*), welche, 20—40 an der Zahl, in Gestalt langgestreckter weisser zierlicher Träubchen (Fig. 1420, *mb*), eine neben der anderen in den Augenlidknorpeln stecken, so dass die Längenachsen der Drüsen diejenige der *Tarsi* unter einem rechten Winkel schneiden. Jede von diesen Drüsen, die an umgeschlagenen Augenlidern ohne Weiteres zu sehen sind und nicht die volle Breite der *Tarsi* einnehmen, besteht aus einem geraden, 90—110 μ weiten Ausführungsgange, der an seiner Ausmündung an der inneren Kante des freien Augenlidrandes noch von gewöhnlicher Epidermis mit Hornschicht und Schleimschicht ausgekleidet ist, weiter innen wie bei den Talgdrüsen sich verhält. Derselbe ist in seinem ganzen Verlaufe mit runden oder birnförmigen, kurzgestielten, einzeln stehenden, oder zu mehreren vereinigten Drüsenbläschen von 90—150—220 μ besetzt, in denen in derselben Weise, wie von den Talgdrüsen schon geschildert wurde (§ 79), eine beständige Bildung von fetthaltigen, runden, 11 bis 22 μ grossen Zellen statt hat, welche von den Talgzellen nur dadurch sich unterscheiden, dass ihre Fetttropfen gewöhnlich nicht in einen grösseren Tropfen zusammenfliessen, sondern getrennt bleiben. Indem diese Zellen nach dem Ausführungsgange zu rücken, zerfallen sie nach und nach in einen weisslichen Brei



Fig. 1420.

Fig. 1420. Senkrechter Durchschnitt durch das obere Augenlid von einer jungen Frau. *Erlitzki*'s Flüssigk., Hämatox., Eosin. Vergr. 11. *a* Arterie; *b* Haarbälge; *c* *Conjunctiva palpebrae*; *c'* Uebergang derselben in die *Conj. fornicis*; *f* Fettläppchen; *g* glatte Muskelbündel des *Müller*'schen Lidmuskels; *h* Haut; *k* *Krause*'sche accessorische Thränendrüse; *m* *Moll*'sche Drüsen; *m'* Ausführungsgang einer solchen in den Haarbalg; *mb* *Meibom*'sche Drüse; *mb'* Ausführungsgang derselben; *o* *M. orbicularis palpebrarum*; *o'* *M. ciliaris Riolani*; *t* *Tarsus*; *w* Cilien.

von Fetttröpfchen und bilden die sogenannte Augenbutter, *Lema s. Sebum palpebrale.* — Der *Orbicularis palpebrarum,* aus quergestreiften, jedoch eher dünneren und blassen Muskelfasern gebildet, liegt unmittelbar an der Haut und ist in seinem *Stratum internum* durch eine Lage lockeren, zum Theil fetthaltigen Bindegewebes von den *Tarsi* getrennt, so dass er sammt der Haut leicht in einer Falte von denselben abgehoben werden kann. Nur gegen den freien Augenlidrand hängt dieser Muskel fester mit denselben zusammen und zeigt hier auch ein durch die Bälge der Augenwimpern von dem übrigen Muskel getrenntes, am Rande selbst befindliches Bündel, den sogenannten Wimpermuskel, *Musculus ciliaris* (*Riolan*), von dem einzelne Bündel selbst hinter den Ausführungsgängen der *Meibom*'schen Drüsen (Fig. 1420, *o'*) liegen können (*Löwig*, *Moll*, *Albini*). Nach *H. Müller*'s Entdeckung kommen an den Augenlidern des Menschen und der Säuger auch hautartige Lagen glatter Muskeln (Fig. 1420, *g*) vor, die man jetzt *Mm. tarsales inferior et superior* nennt. Der obere Muskel beginnt an der unteren Fläche des *Levator palpebrae* im Zusammenhange mit demselben und geht dicht an der *Conjunctiva* bis nahe an den oberen Rand des *Tarsus.* Der untere Muskel entspringt im Bindegewebe um den *Obliquus inferior* und geht ebenfalls bis nahe an den Rand des *Tarsus inferior.* Beide Muskellagen sind von viel Fett durchsetzt und zeigen netzförmige Anordnung ihrer Muskelbündel.

Die Bindehaut, *Conjunctiva*, eine Schleimhaut, beginnt am freien Augenlidrande als unmittelbare Fortsetzung der äusseren Haut, bekleidet die hintere Fläche der Augenlider und schlägt sich dann auf den Augapfel über, um den vordersten Theil der *Sclerotica* und die ganze *Cornea* zu überziehen. Die *Conjunctiva palpebrarum* ist ein 0,26—0,35 mm dickes röthliches Häutchen, das mit der hinteren Fläche der *Tarsi* sehr innig zusammenhängt, und aus einer der *Cutis* entsprechenden derben Bindegewebslage von 0,20 bis 0,24 mm Dicke mit zahlreichen lymphkörperchenartigen Zellen in ihrem Gewebe und einem bis 90 μ dicken Epithel besteht. Eine kurze Strecke, von der Lidkante etwa 0,5—2 mm weit (bei Kindern noch weniger) hat das, aus der Epidermis sich fortsetzende Epithel den Charakter eines geschichteten Pflasterepithels, das die papillentragende Schleimhaut glatt überdeckt. Weiterhin tritt aber ein mehrreihiges oder geschichtetes Cylinder- oder Uebergangsepithel auf, dessen oberflächlichste Zellen mit einem Cuticularsaum versehen sind (*Waldeyer, Tartuferi*). Zwischen den Cylinderzellen finden sich da und dort Becherzellen. Gegen die Grenze des Tarsaltheiles zeigt sich die Schleimhaut von zahlreichen Rinnen und Grübchen durchsetzt, die namentlich dann sehr ausgesprochen hervortreten, wenn das adenoide Gewebe reichlicher und zum Theile in Form von kleinen Lymphknötchen entwickelt ist. Diese Unebenheiten — soweit sie Vorsprünge bilden auch als Papillen (*Eble*) bezeichnet — werden nun nicht mehr vom Epithel glatt überdeckt, sondern dasselbe kleidet die Grübchen und Rinnen aus, wodurch stellenweise schlauchförmige Drüsen (*Henle*) vorgetäuscht werden (Fig. 1421). Im Bereiche dieser Region ist das Epithel meistens niedrig, oft nur zweireihig oder zweischichtig. Gegen den *Fornix* wird die Schleimhaut, abgesehen von verstreichbaren Falten und durch Einlagerungen adenoiden Gewebes bedingten, papillenartigen Unebenheiten, wieder glatt, das Epithelium mehrreihig oder deutlich geschichtet oft mit reichlichen Becherzellen. — An der

Uebergangsfalte beschrieben *C. Krause*, auch *Sappey* und *W. Krause*, kleine traubenförmige Drüsen von 0,22—0,67 mm Grösse, welche nach *W. Krause* am oberen Lide bis zu 42 an der Zahl, am unteren nur zu 2—6 vorkommen. Diese *Krause*'schen Drüsen rücken häufig bis an den Tarsalrand (Fig. 1420) heran, ja nicht selten sogar, wie *v. Wolfring* fand, in den *Tarsus* selbst, wo sie dann ihre Lage zwischen den Alveolen der *Meibom*schen Drüsen haben (*v. Wolfring*'sche Drüsen, Fig. 1421). Der Bau dieser



Fig. 1421.

Drüsen ist gänzlich verschieden von jenem der Schleimdrüsen und stimmt vielmehr mit jenem der Thränendrüsen überein. Man kann sie daher als accessorische Thränendrüsen (*Henle*) bezeichnen. Die *Conjunctiva scleroticae* ist weiss, minder derb und dick, als die der Lider, aber ebenfalls zellenhaltig, an feinen elastischen Fasern ziemlich reich und durch ein reichliches submuköses, mit mehr oder weniger Fettzellen versehenes Bindegewebe locker und verschiebbar an die harte Haut geheftet. Papillen fehlen hier ganz, dagegen ist das Epithel recht entwickelt, wie an der *Conjunctiva corneae*, und

Fig. 1421. Senkrechter Durchschnitt durch das obere Augenlid eines Mannes, dem oberen Tarsaltheil entsprechend. *Zenker*'s Flüssigk., Hämatox., Eosin. Vergr. 35. *a* Adenoides Gewebe der *Conjunctiva* zwischen den Buchten des Epithels; *ar* Arterie; *b* Bindegewebe der *Conjunctiva*; *e* Epithel der *Conjunctiva* mit vielen Becherzellen, letztere dunkel; *l* lockeres Bindegewebe mit Gefässen und Fettzellen unter dem *M. orbicularis palp.*; *m* Bläschen einer *Meibom*'schen Drüse; *o* Muskelbündelchen des *Orbicularis palpebrarum*; *t* Gewebe des *Tarsus*; *w v. Wolfring*'sche Drüse.

unter demselben zeigt sich nicht selten, als äusserste Schicht der eigentlichen Schleimhaut, ein sehr deutlicher gleichartiger schmaler Saum. Am Rande der Hornhaut erzeugt die *Conjunctiva scleroticae*, namentlich bei alten Leuten, einen 1—2 mm breiten ringförmigen Wulst, *Annulus conjunctivae*, der unten und besonders oben etwas auf die *Cornea* übergreift. Von der Bindehaut der Hornhaut war schon oben die Rede, und ist nur noch der *Plica semilunaris* oder des dritten Augenlides am inneren Augenwinkel Erwähnung zu thun. Dasselbe ist eine einfache Falte der *Conjunctivae scleroticae*, welche vorn in einer hügelartigen Erhebung, der *Caruncula lacrymalis*, etwa ein Dutzend feine Härchen mit eben so vielen um dieselben herumliegenden Häufchen von Talgdrüsen von 0,45—0,56 mm, ferner wie *W. Krause* entdeckte, 1—4 accessorische Thränendrüschen und viele Fettzellen enthält. Auch an dieser Stelle hat *H. Müller* einzelne Züge glatter Muskeln gefunden, die er als eine Andeutung der Nickhautmuskeln der Thiere ansieht.

Der Thränenapparat besteht erstens aus den Thränendrüsen, einer gewissen Zahl grösserer und kleinerer, tubulo-acinöser Drüsen, die in zwei Gruppen, der sogenannten oberen und unteren Thränendrüse, angeordnet sind, und im Baue der grösseren und kleineren Läppchen, sowie der 45—90 μ grossen Alveolen den Eiweissdrüsen der Mundhöhle ähnlich sind (siehe §§ 218—224). Die Ausführungsgänge derselben durchbohren, 6—12 an der Zahl, in der Falte zwischen dem äusseren Theile des oberen Augenlids und dem *Bulbus* die *Conjunctiva*, und sind äusserst feine, aus Bindegewebe mit einigen Kernen und elastischen Fäserchen und einem Cylinderepithel gebildete Kanälchen, deren Darstellung beim Menschen äusserst schwierig ist, dagegen bei Thieren (beim Ochsen z. B.) leicht gelingt. Die Thränendrüsen werden in ihrem feineren Baue besonders mit der Ohrspeicheldrüse verglichen. In der That zeigen die secernirenden Drüsenzellen auch hier eine körnige Beschaffenheit und das Sekret wird auf Kosten dieser specifischen Drüsenkörnchen gebildet, worüber in neuerer Zeit insbesondere *A. Noll* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 58. Bd.) eingehendere Untersuchungen bei der Katze anstellte. Die *Granula* sind in der ruhenden Zelle relativ gross, blasser als jene in der Ohrspeicheldrüse; bei starker Sekretion werden sie verbraucht, die Zellen erscheinen dann kleiner und feinkörnig. Wie in den Eiweissdrüsen finden sich Sekretkapillaren zwischen den Zellen. *Zimmermann* (l. c.) fand über den Zellkernen, gegen die Lichtung der Alveolen, doppelte Centralkörperchen. Bei aller prinzipieller Uebereinstimmung ist der Bau der Thränendrüsen doch von jenem der Ohrspeicheldrüse wesentlich verschieden. Die mit *Membrana propria* und Korbzellen versehenen Alveolengänge zeigen sehr wechselnde Dimensionen (Fig. 1422) und die grössten derselben übertreffen die der Ohrspeicheldrüse um mindestens die Hälfte an Durchmesser, während die kleinsten ungefähr von derselben Grösse sind. Die Zellen der Thränendrüsen sind an Schnitten einer in *Müller*'s Flüssigkeit erhärteten Drüse 20—26 μ hoch und 6—10 μ breit. Die Lichtung der Schläuche beträgt 6—7 ja selbst 15 μ und darüber, ist daher bedeutend weiter, als in der *Parotis*. Sehr charakteristisch ist ferner, dass die Zellen stets in grösserer Zahl, zu 12—18, die Lichtung (an reinen Querschnitten) umgeben (Fig. 1422) und daher fast cylindrisch erscheinen, während in der *Parotis* nur 6—8, pyramiden- oder keilförmige Zellen gefunden werden. Die secernirenden Schläuche gehen allmählich

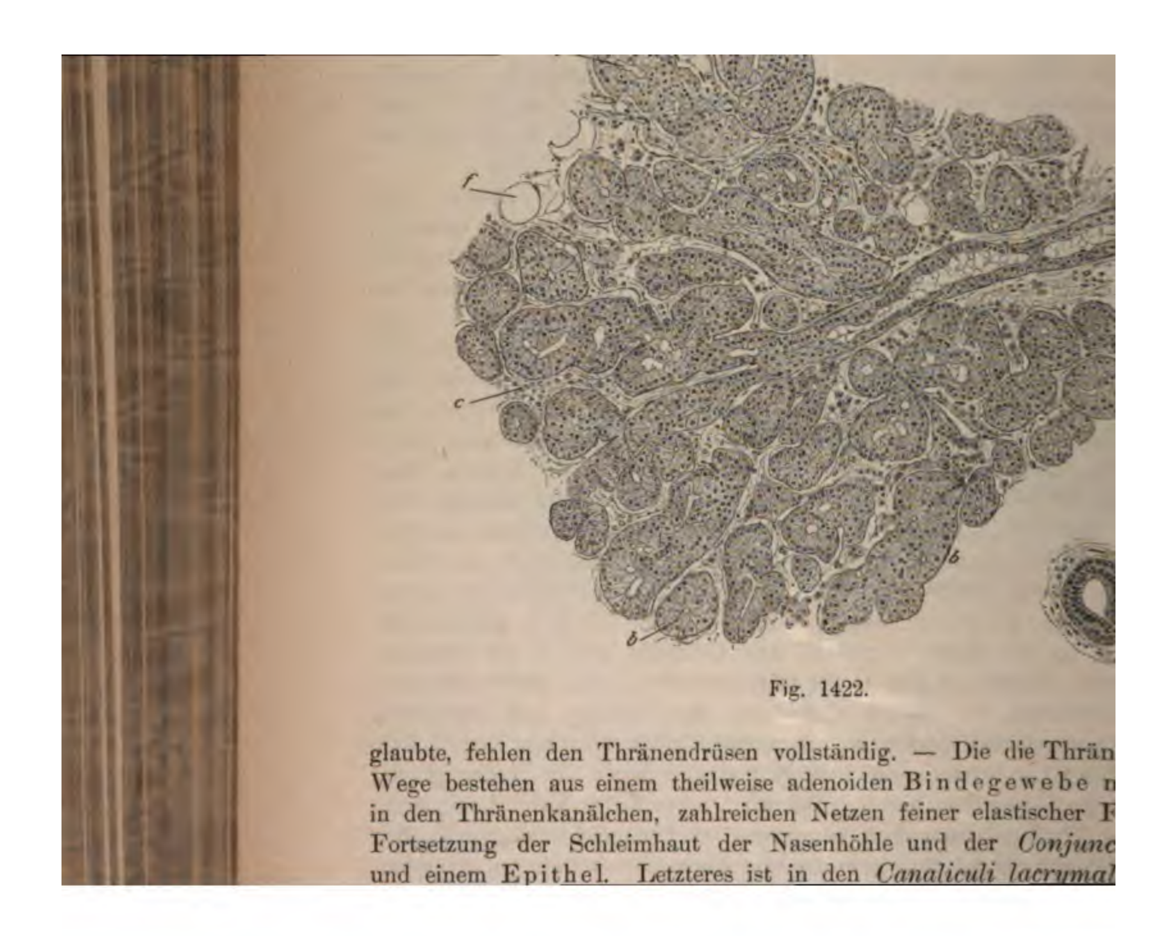


Fig. 1422.

glaubte, fehlen den Thränendrüsen vollständig. — Die die Thrän
Wege bestehen aus einem theilweise adenoiden Bindegewebe n
in den Thränenkanälchen, zahlreichen Netzen feiner elastischer F
Fortsetzung der Schleimhaut der Nasenhöhle und der *Conjunc*
und einem Epithel. Letzteres ist in den *Canaliculi lacrymal*

variabel. Die meisten Autoren nehmen mit *Koelliker* und *Henle* an, dass der Thränengang Flimmerepithel besitze. Dies wird jedoch von *R. Maier* gänzlich, von *Walzberg* und *G. Schwalbe* wenigstens als konstantes Vorkommen bestritten und *Hertel* (in Arch. f. Ophthalm. 48. Bd.) konnte in neuerer Zeit im Thränensacke nur Cylinderepithel finden. Auch das von *Henle* am unteren Ende des Thränenganges beschriebene Pflasterepithel scheint nur



Fig. 1423.

ausnahmsweise vorzukommen. — Am unteren Ende des Thränenganges findet *Maier* ein kavernöses Gewebe ähnlich dem von *Koelliker* an der unteren Muschel seiner Zeit aufgefundenen, was *Stellwag v. Carion* und *Henle* bestätigten. — Die Augen- und Augenlidermuskeln, auch der *Musculus Horneri*, bestehen alle aus quergestreiften Muskelfasern und zeigen, wie ihre Sehnen, keine Abweichungen von denen von Rumpf und Extremitäten. Die *Capsula Tenoni*

Fig. 1423. Frontalschnitt vom oberen Augenlide nahe der *Conjunctiva* in der Gegend des Thränenröhrchen. *Müller*'s Flüssigk. Vergr. 46. Bild kombinirt aus zwei sich folgenden Schnitten, von welchen der eine mit Hämatoxylin-Eosin, der andere auf elastische Fasern mit Resorcin-Fuchsin gefärbt war. Die elastischen Fasern schwarz. *c* Bucht der Bindehaut von Epithel ausgekleidet; *e* Epithel der Lidkante; *g* Blutgefässe; *m* quergestreifte Muskelbündel der *Portio lacrymalis* des *M. orbicularis palpebrarum* (*M. Riolani*); *t* Thränenröhrchen von geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet.

vergleicht *Linhart* mit einem Schleimbeutel, da sie stellenweise mit der *Sclerotica* nicht verbunden und ganz glatt sei, auch ein Pflasterepithel besitze, und was die *Trochlea* betrifft, so wird dieselbe vorzüglich von derbem Bindegewebe gebildet, in dem nur wenige Knorpelzellen nachzuweisen sind. Der *Musculus orbitalis* der Säuger, der nach *H. Müller*'s Entdeckung ein glatter Muskel ist, findet sich nach demselben Forscher auch andeutungsweise beim Menschen und zwar erstens als eine die *Fissura orbitalis inferior* überbrückende Muskelschicht, und zweitens auch an der Decke der Augenhöhle (siehe auch *Harling*, Zeitschr. f. rat. Med. 1865 und *A. Langheinrich*, Ueber die *Membrana orbitalis*, Jena 1893).

Die Gefässe der in diesem Paragraph geschilderten Organe zeigen wenig Bemerkenswerthes. Am reichlichsten sind dieselben, abgesehen von den Muskeln und der Haut, in der *Conjunctiva palpebrarum*, in der sie namentlich auch in die Papillen eingehen, in denen nach *Hyrtl* der absteigende Schenkel der Gefässschlinge den anderen um fast das Doppelte an Stärke übertrifft, und dann in den Thränendrüsen und der *Caruncula lacrymalis*. Auch die *Conjunctiva scleroticae* hat viele Gefässe, und ebenso sind auch die *Meibom*'schen Drüsen innerhalb der *Tarsi* von einzelnen solchen umgeben. Eingehende Untersuchungen über die Anordnung der Gefässe in den Lidern verdanken wir *C. Langer* (Wiener med. Jahrb. 1878) und *E. Fuchs* (Arch. f. Ophthalm. 24. Bd.). An den Kapillaren der Bindehaut fand *Langer* ähnliche seitliche Ausbuchtungen, wie an der Gaumenschleimhaut der Batrachier (siehe S. 4 u. 669). Saugadern sind, ausser in der Haut der Augenlider, in der Bindehaut und zwar in jener der *Sclera* von *Arnold* und später auch von *Teichmann* nachgewiesen, wo sie ein am Rande der Hornhaut feineres, nach aussen lockeres Netz bilden und durch mehrere Stämmchen nach aussen abführen. In der Lidbindehaut hat *E. Fuchs* ein dichtes Netz klappenloser Gefässe nachgewiesen, die am oberen Lide, nicht aber am unteren, theilweise durch den *Tarsus* perforirende, sonst aber durch den Orbitalrand desselben umgreifende Aestchen mit prätarsalen, klappenführenden Lymphgefässen zusammenhängen. An Nerven sind die Augenlider und die Bindehaut überhaupt bedeutend reich, ihr Verhalten ist insbesondere in der *Conjunctiva* genauer untersucht. *Koelliker* fand hier bei Menschen Endplexus wie in der äusseren Haut, mit zahlreichen Theilungen und 2—12 μ dicken Fasern bis an den Cornearand hin. Ausserdem zeigten sich auch in einem Falle gegen die Bindehaut der Augenlider zu eigenthümliche Nervenknäuel von 45—52 μ Grösse, in die meist eine Nervenfaser eintrat, während 2—4 herauskamen (Mikr. Anat. II. 1. S. 31. Fig. 13, *A*. 3). Ueber die von *Krause* hier gefundenen Endkolben siehe § 50. Bemerkenswerth ist das reiche Nervengeflecht, der Randplexus des Lides (*v. Mises*), welcher nahe am Lidrande zwischen dem *Tarsus* und dem *M. orbicularis* seine Lage hat. Er versorgt ausser dem Muskel die Haut — insbesondere die Cilien — die Drüsen und die Bindehaut des Lides. Von der Art der Nervenendigung ist in histologischer Beziehung wenig Besonderes zu sagen; der Tastkörperchen des Lidrandes geschah bereits (§ 51, S. 183) Erwähnung. *A. Dogiel* (Arch. f. mikr. Anat. 44. Bd.) fand sowohl am Lidrande als in der Bindehaut des Lides den *Krause*'schen Endkolben ähnliche Terminalkörperchen, wie sie auch in der Bindehaut der *Sclera* und am Rande der Cornea vorkommen (siehe S. 787), in grosser Zahl

Die Nervenvertheilung in den Lidern untersuchte in neuerer Zeit *L. Bach* (Arch. f. Ophthalm. 41. Bd. 3. Abth.). Die Endigung der Nerven in den Thränendrüsen verhält sich im Wesentlichen wie in den Speicheldrüsen (siehe S. 56).

In der *Conjunctiva bulbi* am Rande der Hornhaut entdeckte *Meissner* beim Kalbe knäuelförmige Drüsen, ähnlich den Schweissdrüsen, und *Manz* beim Schweine einfache flaschenförmige Drüschen, dagegen gelang es letzterem beim Menschen nicht, ähnliche Organe zu finden. Diese *Manz*'schen Drüsen wurden von *W. Krause* bestätigt, der sie beim Menschen auch nicht fand, ebenso von *Stromeyer* und *Kleinschmidt*. *Stromeyer* sah dieselben nicht nur bei noch anderen Säugern (Pferd, Reh, Fuchs, Schaf), sondern auch beim Menschen, und zwar in allen Theilen der *Conjunctiva* in Gestalt runder oder eiförmiger Säckchen mit weiter Mündung, die so gross werden können, dass sie von freiem Auge zu sehen seien. Dagegen vermisste *Kleinschmidt* beim Menschen diese Drüsen, und *Henle* sah nur einmal gegen den *Fornix* der unteren Lider etwas denselben Aehnliches.

Aehnlich wie das Epithelium der Harnröhre zeigt auch jenes der *Conjuntiva* grosse individuelle Verschiedenheiten und es lässt sich daher keine allgemein zutreffende Schilderung geben. Doch ist jedenfalls Regel, dass im oberen Tarsaltheile das Epithel am niedrigsten und meist deutlich cylindrisch ist und an der Uebergangsfalte höher wird, um schliesslich in das regelrechte geschichtete Pflasterepithel der Bindehaut des Augapfels überzugehen. Das Vorkommen von Becherzellen wurde öfter als pathologisch (*Reich*, *Ciaccio*, *Sattler*) bezeichnet; doch ist dies wohl nicht richtig, da Becherzellen auch bei Thieren nicht fehlen. Manchmal finden sich, bei sonst anscheinend normaler Schleimhaut, Becherzellen in enormer Zahl; ob solche Fälle immer Folge katarrhalischer Erkrankungen sind, muss mindestens dahingestellt bleiben. *Pfitzner* (Zeitschr. f. Biol. 34. Bd. S. 397) will die Becherzellen der Bindehaut den sogenannten *Leydig*-schen Schleimzellen vergleichen, da sie niemals ein Stoma besitzen sollen. Ich sehe aber an zahlreichen — mit Hämatoxylin gut gefärbten — Becherzellen ebenso deutliche *Stomata*, wie an jenen des Darmes (Fig. 1424). Die Becherzellen liegen meist ganz oberflächlich, bisweilen sieht man aber auch in der Tiefe des geschichteten Pflasterepithels der Uebergangsfalte sich entwickelnde Becherzellen und hat dann ein Bild vor sich, das der Oberhaut mancher Knochenfische ausserordentlich ähnlich ist. Wie die Becherzellen wurden auch die Lymphknötchen der *Conjunctira* als rein pathologische Vorkommnisse angesehen (*Stromeyer*, *Blumberg*, *Waldeyer*, *Sattler*, *Raehlmann*). Es herrschen aber auch hier grosse individuelle Schwankungen und es ist die Grenze schwer zu ziehen, zwischen normaler, starker Entwicklung des adenoiden Gewebes und zwischen solcher in Folge von krankhaften Vorgängen. Seitdem das normale Vorkommen von Lymphknötchen in der Bindehaut von Thieren insbesondere durch *W. Krause* (1861) und *Schmid* (1871) nachgewiesen ist, darf man die von *Koelliker* nach ihrem Entdecker als *Bruch*'sche Follikel, von *Henle* als „Trachomdrüsen" bezeichneten Gebilde beim Menschen nicht sammt und sonders als pathologisch erklären und man muss wohl annehmen, dass adenoides Gewebe ein normaler Bestandtheil der Bindehaut ist, der aber — ähnlich wie in anderen Schleimhäuten — individuell sehr variabel ist und auch in Form von Lymphknötchen auftreten kann. Bisweilen sieht man, namentlich im Bereiche der Buchten im oberen Tarsaltheile der Bindehaut,

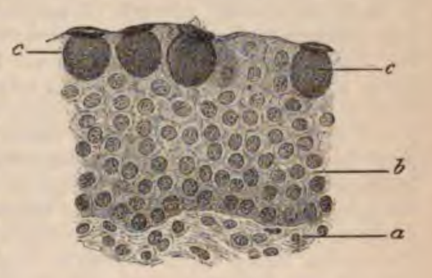


Fig. 1424.

Fig. 1424. Querschnitt durch das Epithel der Uebergangsfalte vom oberen Augenlide eines Mannes. *Zenker*'s Flüssigk., Hämatox., Eosin. Vergr. 450. *a* Bindegewebe der Konjunktivalschleimhaut; *b* geschichtetes Pflasterepithel; *c* Becherzellen mit Stoma von Hämatoxylin sehr stark gefärbt, die Kerne dadurch nicht erkennbar.

eine reichliche Durchwanderung von Leukocyten durch das Epithel, ähnlich wie an den Tonsillen. — Die *Plica semilunaris* ist ein rudimentäres Organ, dass offenbar der bei vielen Thieren entwickelten Nickhaut oder dem dritten Augenlid entspricht. Bisweilen, wie *Giacomini* zuerst bei zwei Negerinnen fand, enthält die *Plica* ein kleines Knorpelstück, das als Rudiment des Nickhautknorpels der Säugethiere zu betrachten ist. Die accessorischen Thränendrüschen in der *Caruncula lacrymalis* wurden von *Waldeyer*, *Sattler* und *Schwalbe* für Knäueldrüsen gehalten und mit den *Moll*'schen Drüsen verglichen. *Stieda* (in Arch. f. mikr. Anat. 36. Bd.) wies jedoch nach, dass es sich hier um eine Verwechslung mit den von *W. Krause* (in Zeitschr. f. rat. Med. 1854) beschriebenen, von *Giacomini*, *Ciaccio* und *Tartuferi* bestätigten Konjunktivaldrüsen, welche im feineren Bau mit den Thränendrüsen übereinstimmen, handle. Nach *Stieda* sollen mehrere Drüsenläppchen in der *Caruncula* vorhanden sein, die aber in einen gemeinsamen Ausführungsgang münden, während *W. Krause* und die anderen genannten Autoren mehrere Drüschen angeben.

Bei den meisten Säugethieren, mit Ausnahme der Cetaceen und Affen, finden sich ausser den Thränendrüsen, die am lateralen, oberen Augenwinkel ihre Lage haben, noch besondere grössere Drüsen am inneren nasalen Augenwinkel, welche im Bereiche der Nickhaut münden. Man bezeichnete diese Drüsen früher bald als *Harder*'sche bald als Nickhautdrüsen. Wie aber die neueren Untersuchungen ergeben, handelt es sich um zweierlei im histologischen Baue wesentlich verschiedene Organe. Die von *Harder* (1694) zuerst beim Hirsche beschriebene grosse Drüse giebt, wie *H. Miessner* (in Arch. f. wiss. u. prakt. Thierheilk. 26. Bd.) nachweist, ein fetthaltiges Sekret. Es verdienen daher nur jene in den inneren Augenwinkel mündenden Drüsen, welche entweder fetthaltige Drüsenzellen besitzen und dadurch einigermassen den Milchdrüsen ähnlich sind, oder wenigstens in ihrem Baue wesentlich von Thränendrüsen verschieden sind, den Namen *Harder*'sche Drüsen. Solche Drüsen finden sich ausser beim Hirsche und Dammhirsche auch beim Schweine, Igel, Kaninchen, Hasen, bei der Maus, Ratte und beim Meerschweinchen. Wesentlich von der *Harder*'schen Drüse verschieden ist die in ihrem Baue mehr mit den Thränendrüsen übereinstimmende Nickhautdrüse. Sie ist beim Hirsche, Dammhirsche, Schweine, Igel, Kaninchen, Hasen und bei der Maus neben der *Harder*'schen Drüse vorhanden. Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Reh, Hund, Iltis und Katze haben nach *Loewenthal* (in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 13. Bd.) und *Miessner* nur die Nickhautdrüse, doch fand *Peters* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 36. Bd.) beim Rinde eine, wenn auch sehr kleine *Harder*'sche Drüse. Die Nickhautdrüse fehlt ganz bei der Ratte und beim Meerschweinchen. Die von *Giacomini* beim Menschen im Bereiche der *Plica semilunaris* als *Harder*'sche Drüse bezeichneten accessorischen Thränendrüschen können nach den besprochenen Verhältnissen bei Thieren, wie *Peters* bemerkt, nur den Nickhautdrüsen, nicht der *Harder*'schen Drüse verglichen werden. Die bei der Ratte von *Loewenthal* beschriebene, Fett absondernde Infraorbitaldrüse (siehe S. 64) gehört nach neueren Untersuchungen des Genannten (Arch. f. mikrosk. Anat. 56. Bd. S. 535) nicht zu den Speicheldrüsen, aber auch nicht, wie ich vermuthete, zur *Harder*'schen Drüse. Sie soll zusammen mit einem zweiten, der *Parotis* anliegenden Drüsenkörper (äussere Orbitaldrüse *L.*) einen Ausführungsgang am äusseren Augenwinkel haben.

Untersuchung des Sehorgans. Die Faserhaut des Auges untersucht man frisch und an aufgeweichten Schnitten getrockneter Stücke, welche letzteren namentlich auch von der *Cornea* und der Uebergangsstelle derselben in die *Sclerotica* gute Bilder geben. Die Verbindung dieser Theile mit der *Chorioidea* und der Iris muss an gut fixirten vorderen Bulbushälften, welche sorgfältig in Celloidin eingebettet und dann mit dem Mikrotom in Schnitte zerlegt sind, untersucht werden. Die Hornhautzellen sieht man an Flächen- und senkrechten Schnitten nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure sehr gut, ausserdem prächtig nach Behandlung mit Höllenstein nach dem Verfahren von *His* oder mit Goldchlorid, ferner auch an frischen Hornhäuten (*His*) oder an solchen, die einige Zeit in der feuchten Kammer verweilt haben (*Kühne*, *v. Recklinghausen*, *Engelmann*) (siehe oben). Um die Nerven und Gefässe der Hornhaut zu sehen, schneidet man an frischen Augen durch einen Kreisschnitt die Hornhaut mit dem Rande der *Sclerotica* ab, theilt das Ganze in drei oder vier Abschnitte, welche man, damit sie besser sich legen, am Schnittrande noch mit kleinen Einschnitten versehen kann,

befeuchtet mit *Humor aqueus* und bedeckt mit einem dünnen Plättchen. Dann sucht man erst mit einer kleineren Vergrösserung am Hornhautrande die hier meist noch dunklen Nervenstämme und verfolgt sie dann mit stärkeren Linsen. Am schönsten sind die Nerven in Kaninchenaugen, wo die Stämme von blossem Auge erkannt werden können, doch lassen sich dieselben auch in anderen Augen in der Regel leicht finden, immer schwer nach der Mitte zu verfolgen. Ist das Epithel trübe, so muss man es durch Natron entfernen, welches anfänglich die Nerven nicht angreift. Zur Verfolgung der feinsten Nervenenden ist auch die Behandlung der Hornhaut mit der bei den Muskelnerven angegebenen sehr verdünnten Essigsäure brauchbar (*Saemisch*), und sieht man mit derselben leicht auch die *Rami perforantes* (*Koelliker*), nicht aber die Nervenenden im Epithel, welche dagegen in Goldchlorid nach der Methode von *Cohnheim* sehr schön hervortreten. *Koelliker* empfiehlt die Hornhaut auf $^3/_4$—1 Stunde im Dunkeln in eine $^1/_4$—$^1/_2$ % Lösung und dann in destillirtes Wasser ans Licht zu bringen. Ist dieselbe violett geworden, was in der Regel 1—2 Tage dauert, so sind die Nerven gefärbt und ist es gut, die Untersuchung gleich vorzunehmen, weil später auch die Bindegewebskörperchen und das Epithel sich färben. Da solche Hornhäute gut schneidbar sind, so ist die weitere Untersuchung leicht, nur thut man gut, behufs der leichteren Handhabung auch dickere *Corneae* in Paraffin einzuschmelzen. *Cohnheim* empfiehlt schon die Lösung des Goldchlorids und später das Wasser durch Essigsäure schwach anzusäuern, und hängt es vielleicht damit zusammen, dass er die Epithelzellen seltener gefärbt gefunden hat als *Koelliker*. Zum Durchsichtigmachen des Epithels wendete dann *Cohnheim* noch Glycerin an. *Ranvier* empfiehlt die *Cornea* vor dem Einbringen in die Goldlösung 5—10 Minuten in filtrirten Citronensaft zu legen und nach der Goldbehandlung in 50 ccm Wasser, dem 2 Tropfen Essigsäure zugesetzt sind am Lichte zu reduziren. In neuerer Zeit wird auch die Färbung mit Methylenblau und die Chromsilberimprägnation nach *Golgi* angewendet. Die Corneanerven sind übrigens in allen ihren Theilen, wie *Th. W. Engelmann* entdeckt hat, auch an der mit *Humor aqueus* befeuchteten und vor Verdunstung geschützten, ganz frischen Hornhaut des Frosches zu sehen, und bietet dieses Verfahren unstreitig für manche Verhältnisse die grösste Sicherheit. Die Gefässe sind meist noch mit Blut gefüllt und machen daher keine Schwierigkeiten. Das Hornhautepithel sieht man von der Fläche, auf Schnitten und beim Abkratzen sehr gut. Zum Studium der Zellformen eignet sich Maceration des Epithels in *Müller*'s Flüssigkeit oder in Drittelalkohol nach *Ranvier*. Die *Descemet*sche Haut ist auf Schnitten sehr deutlich, manchmal auch ihr Epithel, sonst sieht man letzteres schön von der Fläche und an losgelösten Fetzen der Haut. Der Uebergang dieser Haut in das *Lig. iridis pectinatum* wird auf Schnitten und durch sorgfältige Zergliederung erkannt. Im letzteren Falle nehme man beim Ablösen der Iris und *Chorioidea* die innere Wand des *Schlemm*'schen Kanales sorgfältig mit und suche von ihm aus noch Theile der *Elastica posterior* abzulösen, was oft ganz gut gelingt. Die *Uvea* macht wenig Schwierigkeit. Die Pigmentzellen des *Stroma* mit ihren Ausläufern und das innere Pigment sieht man sehr leicht, letzteres an Faltenrändern und sorgfältig abgelösten Stückchen. Für den *Musc. ciliaris* ist ein frisches Auge nöthig, da seine Elemente bald unkenntlich werden. Die Irismuskeln erforscht man an einem blauen Auge, am besten von einem Kinde, nach Wegnahme des hinteren Pigments, dann an weissen Kaninchenaugen, an denen der *Sphincter pupillae* ohne Weiteres mit Essigsäure leicht zu sehen ist. Für die Nerven der Iris ist dasselbe Verfahren anzuwenden, aber ein ganz frisches Auge und verdünntes Natron für die gröbere Verästelung und sehr verdünnte Essigsäure für die feineren Verzweigungen unumgänglich nöthig. Die Endigungen verfolgt man mit vitaler Methylenblaufärbung. Bei manchen Untersuchungen der *Uvea* ist es gut, dieselbe nach *v. Wittich* in Chlorwasser zu bleichen (s. Arch. f. Ophthalm. II, 1. S. 125) oder mit Wasserstoffsuperoxyd. Die *Retina* muss frisch von der Fläche, auf senkrechten Schnitten und an Faltenrändern untersucht werden und zwar mit *Humor vitreus* und ohne Anwendung von Deckglas, dann auch mit Hülfe leichten Druckes und des Zerzupfens. Von grosser Wichtigkeit ist die Chromsäure, welche zwar die Stäbchen theilweise, jedoch durchaus nicht immer verändert, aber die anderen Theile um so besser erhält, und wären *Müller* und *Koelliker* ohne dieses, von *Hannover* wegen seiner Einflüsse auf die Stäbchen mit Unrecht für die *Retina* als unpassend bezeichnetes Mittel nie zu ihren Ergebnissen gekommen. Am zweckmässigsten ist es, eine frische Retina

gleich mit Chromsäure zu behandeln und alle Stufen der Einwirkung des Mittels Schritt für Schritt zu verfolgen. Nimmt man die Lösung sehr verdünnt, so werden die Elemente sehr wenig verändert und lassen sich namentlich leicht einzeln darstellen, ist sie etwas stärker, so sind dann namentlich Schnitte durch die *Retina* leicht anzufertigen, ohne welche man keine vollständige Anschauung des Baues dieser Haut gewinnt. *Koelliker* machte dieselben so, dass er ein Stückchen *Retina* auf einem Objektträger mit wenig Chromsäurelösung so ausbreitete, dass es flach liegt und nicht schwimmt. Dann werden mit einem scharfen gebogenen Skalpell oder Rasirmesser von einer gemachten Schnittfläche durch Druck von oben möglichst feine Schnitte entnommen, was bei etwelcher Uebung mit Leichtigkeit geht. Gut ist es jedoch, das schneidende Skalpell durch einen mit der anderen Hand unter dasselbe gebrachten Skalpellstiel zu leiten, bis dasselbe unmittelbar über dem Rande der *Retina* steht. Hat man an solchen Schnitten, die vor allem von der Gegend der *Macula lutea*, dann auch von anderen Orten in der Quer- und Längsrichtung anzufertigen sind und die, wenn gerathen, nur wenige Lagen der Elemente darbieten müssen, die einzelnen Schichten, die sehr bestimmt von einander sich abgrenzen, untersucht, so kann man dieselben noch sorgfältig zerzupfen oder mit Natron durchsichtiger machen, welches letztere jedoch in der Regel nicht viel nützt, weil die Elemente erblassen. Später ist durch *M. Schultze* die Ueberosmiumsäure empfohlen worden, in welcher alle Lagen der *Retina* schwarz sich färben, so jedoch, dass bei Fröschen und Fischen die Aussenglieder der Stäbchen am dunkelsten sind, was bei Säugethieren auch, aber nicht sicher eintritt, wogegen die Grenze zwischen beiden Gliedern immer deutlich wird. Dieses Reagens hat den Vortheil, dass die Bindesubstanz später erhärtet als die nervösen Theile, ferner dass sie keine körnigen Gerinnungen, weder in noch zwischen den Elementen erzeugt. Lösungen von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{10}$% wirken in 12—24 Stunden so, dass die Elemente leicht sich trennen lassen, bei $\frac{1}{4}$—1% tritt mehr Erhärtung ein und zwar schon in einer $\frac{1}{2}$ Stunde, so dass die *Retina* in dünne Blätter sich spalten lässt, in denen Stäbchen und Zapfenfasern leicht zu erkennen sind. Man beachte übrigens, dass diese Säure sehr flüchtig ist und die Schleimhäute stark reizt. — Auch Jodserum ist nach *M. Schultze* für die *Retina* sehr brauchbar und wirkt ziemlich wie Chromsäure, ebenso chromsaures Kali und *Müller*'sche Flüssigkeit (100 Th. Wasser, 2—2$\frac{1}{2}$ Th. Kaliumdichromat, 1 Th. Natriumsulfat). Zur Fixirung der *Retina* in situ für Schnitte eignen sich am besten *Flemming*'sche Lösung oder 3,5% Salpetersäure; letztere, wie *J. Schaffer* findet, zweckmässig in Verbindung mit 5% Alaunlösung, wenn nachträgliche Faltenbildung beim Auswaschen vermieden werden soll Zum Studium des Zusammenhanges der nervösen Bestandtheile der *Retina* werden gegenwärtig fast nur die Methoden von *Golgi* und *Ehrlich* angewendet. Die *Membrana hyaloidea* (hintere Grenzschicht) löst sich in ihrem hinteren Abschnitte immer mit dem Glaskörper äusserst leicht von der *Retina* und ist an jedem Auge an Schnitten von der Oberfläche des Glaskörpers unter dem Mikroskope und zum Theil von blossem Auge in ihren Falten zu erkennen. Die *Zonula Zinnii* dagegen wird an frischen Augen immer von abgelöstem Pigmente und den Zellen der *Pars ciliaris retinae* und an ihrem hinteren Ende von der *Retina* bedeckt, so dass sie hier nicht gut, fast nur an ihrem freien vordersten Theil zu erkennen ist. Immerhin kann man auch an solchen Stücken, nach möglichster Entfernung der anhaftenden Theile durch einen Pinsel, ziemlich deutliche Anschauungen erhalten, namentlich wenn man zu der Besichtigung der äusseren und inneren Fläche von Abschnitten der vom Glaskörper getrennten *Zonula* und zerzupfter Stücke auch noch die Untersuchung der Faltenränder, namentlich der inneren Fläche nimmt, welche bei einiger Sorgfalt in der ganzen Ausdehnung der *Zonula* und ihrer Verbindungsstelle mit der *Retina* sich erhalten lassen. Sehr schön und fast rein trennt sich die *Zonula* im Zusammenhange mit der *Hyaloidea* von der *Pars ciliaris retinae* in halbfaulen Augen und an Glaskörpern, die einige Zeit in Wasser lagen. Zur Untersuchung der Zonulafasern hat *Koelliker* ausserdem besonders Chromsäure empfohlen, in der die Fasern ganz dunkel und glänzend werden, fast wie elastische Fasern. Eine richtige Einsicht in das Verhalten der Zonulafasern zum Glaskörper und zur *Retina* lässt sich jedoch nur unter Zuhilfenahme guter Durchschnitte sorgfältig fixirter und in Celloidin eingebetteter Augen, beziehungsweise vorderer Augenhälften gewinnen. Linsenkapsel und Epithel derselben machen keine Schwierigkeiten. Die Linsenfasern sind frisch sehr hell, werden aber in verdünnter Chromsäure ausgezeichnet deutlich.

Ebenso sind verdünnte Salpetersäure und Schwefelsäure brauchbar. von letzterer nach *M. Schultze* 4—5 Tropfen einer Säure von 1,839 spec. Gew. auf eine Unze Wasser. Schnitte gewinnt man von in Alkohol, Chromsäure oder Sublimatgemischen — *C. Rabl* verwendete Platinchlorid-Sublimat oder Pikrinsäure-Sublimat — erhärteten oder von trockenen Linsen leicht und kann man die letzteren durch Essigsäure wieder durchsichtiger machen. — Die Nebenorgane der Augen bieten zu keinen besonderen Bemerkungen Anlass, nur von den *Meibom*'schen Drüsen kann angegeben werden, dass sie an mit Essigsäure und Alkalien behandelten *Tarsi* und an Längs- und Querschnitten getrockneter solcher recht gut wahrzunehmen sind. Was die Anwendung der modernen Methoden auf die Untersuchung des Auges anbelangt, muss auf die Handbücher der histologischen Technik und insbesondere auf die speziellen Schriften von *R. Greff*, Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung des Auges, 77 S. und *Seligmann*, Die mikroskopischen Untersuchungsmethoden des Auges, 248 S. (Berlin 1898) verwiesen werden.

Litteratur.

Die neuere Litteratur der Histologie des Sehorgans wurde in den vorhergehenden Kapiteln bereits theilweise citirt; eine einigermassen vollständige Zusammenstellung derselben würde sehr umfangreich werden und schien mir entbehrlich zu sein, da dieselbe in den Jahresberichten, insbesondere in den Referaten von *F. Merkel* und *Kallius* (in Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, zugleich II. Abtheilung der Anatomischen Hefte) seit dem Jahre 1891 und in jenen von *Hans Virchow* in den Jahresber. von *G. Schwalbe* leicht zu finden ist. Die ältere Litteratur sehe man in *Koelliker*'s Mikroskopischer Anatomie II. Bd. 2. Hälfte S. 734 und in der V. Auflage dieses Handbuches S. 704 nach, ferner in der I. Auflage des Handbuchs der gesammten Augenheilkunde von *Graefe* und *Saemisch*, I. u. II. Bd. Leipzig 1874—76. Ein sehr sorgfältig nach Materien geordnetes und fast vollständiges Litteraturverzeichniss gab ferner *G. Schwalbe* im Lehrbuche der Anatomie der Sinnesorgane, Erlangen 1887 (zugleich des 2. Bandes 3. Abtheil. von *Hoffmann*'s Lehrbuch der Anatomie des Menschen II. Aufl.). Eingehende Litteraturverzeichnisse finden sich auch in dem I. u. II. Bande der eben im Erscheinen begriffenen II. Auflage von „*Graefe-Saemisch*, Handbuch der ges. Augenheilkunde“.

2. Vom Gehörorgane.

§ 343.

Das Gehörorgan besteht aus den eigentlich **empfindenden Theilen** mit der Ausbreitung des Hörnerven, welche in der Knochenmasse des Labyrinths enthalten sind, und aus besonderen Hilfsapparaten, dem **äusseren und mittleren Ohre**, deren Hauptbestimmung ist, die Zuleitung der Schallwellen zu vermitteln.

§ 344.

Aeusseres und mittleres Ohr.

Ohrmuschel und äusserer Gehörgang. Die formgebende Grundlage der komplizirt gekrümmten Ohrmuschel bildet eine elastische Knorpelplatte, welche in den eine Halbrinne bildenden Knorpel des äusseren Gehörganges sich fortsetzt. Im Bereiche des Ohrläppchens, einer an Fettgewebe reichen Hautfalte, fehlt der Knorpel. Der **Knorpel** der Ohrmuschel ist etwa 0,5—1 mm dick und zeigt an der Ansatzlinie des *Musc. auricularis posterior* eine leistenförmige Verdickung (***Ponticulus***), welche eine Höhe von 2 mm und darüber erreichen kann. An zwei Stellen am Anfange des knorpeligen Gehörganges finden sich spaltförmige Lücken in der Knorpelplatte (*Incisurae Sartorini*). Es kommt

aber auch im eigentlichen Knorpel der Ohrmuschel, zwischen *Helix* und *Antehelix* eine Spalte vor. Der Knorpel ist ungemein reich an Zellen, deren Durchmesser in den inneren Theilen der Platte 22—27 μ erreichen, während die dazwischen liegende von elastischen Fasern durchsetzte Grundsubstanz relativ spärlich ist. Die Zellen sind wie in anderen Knorpelplatten im Innern in der Hauptsache mit ihren längsten Durchmessern senkrecht zur Oberfläche orientirt, während gegen das Perichondrium die Zellen in derselben Richtung sich abplatten und endlich in die Zellen des letzteren übergehen. Das Perichondrium ist reich an elastischen Fasern, welche direkt in jene des Knorpels übergehen. Der vom Perichondrium befreite Knorpel ist, wie *Koelliker* bemerkt, äusserst brüchig, was sich durch seinen grossen Reichthum an Zellen erklärt. Im Bereiche der Leiste dringen da und dort Blutgefässe in Lücken des sonst gefässlosen Knorpels, welche von gallertigem Bindegewebe erfüllt sind, das mit kapillaren Blutgefässen versorgt wird. Die Haut ist im Ganzen durch spärliches, besonders an der konkaven Seite fettarmes Subcutangewebe, in welchem auch die quergestreiften Muskeln der Ohrmuschel ihre Lage haben, mit dem Perichondrium verbunden und nur an der konvexen Seite in Fältchen erhebbar. Die Härchen sind an der konkaven Muschel sehr klein oder fehlen gänzlich. Dagegen zeigen die Talgdrüsen an der *Concha* eine starke Entwicklung und erreichen Durchmesser von 0,5—2,2 mm, während die Schweissdrüsen hier spärlich und klein sind und sehr oberflächlich liegen. Nur an der Mündung des äusseren Gehörganges, am *Tragus* und *Antitragus*, finden sich, namentlich bei älteren Männern, stärkere Haare (*Tragi*). Im knorpeligen äusseren Gehörgange selbst kommen nur kleine Haare, aber mit grossen Talgdrüsen vor. Die grossen Knäueldrüsen im äusseren Gehörgange, die Ohrenschmalzdrüsen (*Gl. ceruminales*) haben bereits (im I. Bd. S. 249) eine Besprechung und Abbildung gefunden und es sei hier nur noch bemerkt, dass die Ohrenschmalzdrüsen nur zum Theil für sich an der Oberfläche der papillentragenden Gehörgangshaut ausmünden, zum Theil aber — ähnlich wie die *Moll*'schen Drüsen der Cilien — mit den Talgdrüsen in die Haarbälge sich öffnen. In der Tiefe des knorpeligen Gehörganges werden die Talgdrüsen kleiner und nehmen die Form von kurzen Schläuchen an (*G. Schwalbe*), dagegen finden sich noch grosse Ohrenschmalzdrüsen am Dache des knöchernen Gehörganges. Die Haut ist mit dem derbfaserigen Gewebe, welches die Verbindung des Ohrknorpels mit dem Perioste des knöchernen Gehörganges herstellt, innig verwachsen und die Schläuche der Knäueldrüsen sind hier in einem sehr dichten Fasergewebe, das keine elastischen Fasern enthält, eingelagert. Die Haut im knöchernen Gehörgange, verhältnissmässig am dicksten am Dache desselben, ist zusammen mit dem Periost am Anfange 2—0,6 mm, weiterhin nur mehr 0,4—0,2 mm dick, meist ohne deutliches Subcutangewebe mit demselben verwachsen. Das Corium ist an der Oberfläche fast eben, mit sehr zerstreuten, kaum bemerkbaren Papillen (*Gerlach*) und nur in der unmittelbar unter der Epidermis gelegenen Schicht von elastischen Fasern durchsetzt. Die Epidermis zeigt eine etwa 20—35 μ hohe Keimschicht und eine stark sich abschilfernde Hornschicht von etwa 30 μ Dicke. Die Körnerschicht ist wenig deutlich und besteht aus einer einzigen stark abgeplatteten Zelllage. Die Drüsen sowie die Härchen verschwinden im knöchernen Gehörgange, mit Ausnahme der oberen Wand desselben, wo sie bis in die Nähe des Trommelfelles

reichen, vollständig. Am Uebergangswinkel zwischen äusserem Gehörgange und Trommelfell zeigt das Corium bei Kindern, nicht aber, soweit ich sehe, bei Erwachsenen, mehrere ringförmig verlaufende, faltige Erhebungen, über welche die Epidermis glatt hinweg zieht und welche an Längsschnitten durch das blinde Ende des äusseren Gehörganges wie Papillen erscheinen (Fig. 1425, *c*).

Das Trommelfell (*Membrana tympani*) bildet die Scheidewand zwischen äusserem und mittlerem Ohre. Dasselbe ist aussen von der Haut, innen von der Schleimhaut der Trommelhöhle überzogen und besitzt als Grundlage eine sehnige Haut (*Membrana propria*), welche mit Ausnahme des kleinen vorderen oberen *Rivini*'schen Ausschnittes ringsum vom Periost des Paukenringes ihren Ursprung nimmt. Soweit die *Membrana propria* vorhanden ist, erscheint das Trommelfell steif und gespannt (*Pars tensa*). Der den *Rivini*'schen Ausschnitt deckende Theil ist dagegen weich und nachgiebig (*Pars flaccida*, *Shrapnell*'sche Membran). Der Knochen zeigt im Bereiche des Paukenringes eine falzförmige Rinne, welche von einer Verdickung des Periostes, dem sogenannten Ringwulste, *Annulus fibro-cartilagineus*, ausgefüllt ist (Fig. 1425, *a*). Knorpel findet sich hier nicht; es handelt sich vielmehr um einen an elastischen Fasern reichen, fibrösen Ring, der im Querschnitte dreieckig mit breiterer Basis in dem Falz eingelassen, sich in die *Membrana propria* des Trommelfelles zuschärft (Fig. 1426). Die sehnigen Bündel ziehen aus dem Ringe radiär gegen die

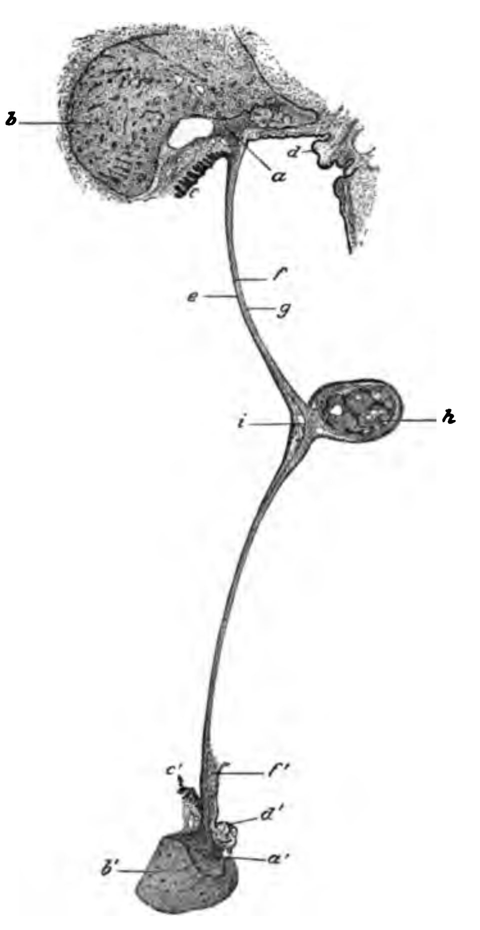


Fig. 1425.

Fig. 1425. Querschnitt des Trommelfelles eines Kindes senkrecht zum Hammergriffe. Pikrinsublim., Hämatox., Eosin. Aus einer von Dr. *G. Alexander* angefertigten Schnittserie. Vergr. 11. *a Annulus fibro-cartilagineus* am vorderen, *a'* am hinteren Umfange des Paukenringes; *b b'* Knochen des Paukenringes; *c c'* Haut des äusseren Gehörganges mit papillenartigen Leisten unter dem Epithel; *d d'* Schleimhaut der Paukenhöhle; *e* Hautschicht; *f Membrana propria*; *f'* durch den Schnitt schräg umgelegte Cirkulärfasern; *g* Schleimhautschicht; *h* Knochen des Hammergriffes mit Markräumen und Resten von Knorpel (die dunklen Partien im Knochen); *i* Gefässe der Hautschicht.

trichterförmige, mit ihrer Wölbung nach der Paukenhöhle gewendete Vertiefung des Trommelfelles, welche durch den in das Sehnengewebe eingelassenen Hammergriff bewirkt wird und an dem etwas unter und vor der Mitte des Trommelfelles gelegenen Ende des ersteren seinen tiefsten Punkt (*Umbo*) erreicht. Die Sehnenbündel der *Membrana propria* sind platt; wie in einer fibrösen Haut nur theilweise, durch den Bündeln parallele Spalten, in welchen Sehnenzellen („Trommelfellkörperchen" *Tröltsch*) liegen, gesondert, indem dazwischen überall ein Austausch von leimgebenden Fibrillen unter spitzwinkligem Uebergang von einem Bündel in ein benachbartes stattfindet. Man unterscheidet am Trommelfelle bekanntlich vier Quadranten, deren Grenzen einmal durch eine in der Richtung des Hammergriffes und zweitens eine darauf senkrecht, durch den *Umbo* gezogene Linie gegeben sind. In den beiden unteren (kleineren) Quadranten ziehen die fibrösen Bündel nahezu radiär (*Fibrae rectae Moldenhauer*) gegen das Ende des Hammergriffes am *Umbo*, um mit dem Perioste desselben zu verschmelzen; für die oberen Quadranten gilt dies jedoch nur annähernd für die Bündel, welche an die unteren Quadranten grenzen, während weiter hinauf die Bündel an immer höher gelegenen Punkten des Hammergriffes bis über die Mitte desselben sich ansetzen. Die Anordnung der fibrösen Bündel in den oberen Quadranten lässt sich daher dem Barte einer Feder vergleichen, deren Schaft dem Hammergriffe entsprechen würde. Dort, wo der Hammergriff gegen den kurzen Hammerfortsatz aus dem Trommelfell mehr nach innen heraustritt, hören die radiären Faserzüge auf und es befindet sich daher gegen den *Rivini*schen Ausschnitt eine dreieckige mit der Spitze nach unten gewendete Stelle, wo die Radiärfasern des Trommelfelles fehlen. Verstärkt wird die durchschnittlich etwa 20—30 μ dicke Radiärfaserlage durch eine auf der inneren, der Trommelfellhöhle zugewendeten Seite ihr aufliegende Schicht von cirkulären Fasern (*Fibrae transversae* und *arcuatae*, *Moldenhauer*), welche die Radiärfasern nahezu senkrecht überkreuzen. Dieselben sind am Faserringe des Periostes noch nicht als besondere Lage erkennbar, treten vielmehr erst in einiger Entfernung von demselben deutlich hervor (Fig. 1426, *f'*). Sie sind an der Peripherie des Trommelfelles am kräftigsten und auch unter dem *Rivini*'schen Ausschnitte, wo die Radiärfasern fehlen, vorhanden. Gegen die Mitte des Trommelfelltrichters werden die Cirkulärfasern schwächer und verschwinden im Bereiche des *Umbo* und des Hammergriffes ganz. Zwischen den gekreuzten Lagen der Faserbündel der *Membrana propria* des Trommelfelles finden sich ganz ähnlich, wie in analog gebauten Muskelfascien plättchenförmige Sehnenzellen eingelagert, welche *Ranvier*'sche Kreuze (senkrecht sich kreuzende Druckleisten an den Zellkörpern), darbieten. Die aus zugfestem Sehnenmaterial hergestellte *Membrana propria* bedingt wesentlich die wichtige, mechanische Eigenschaft des Trommelfelles grosse Schwingungsfähigkeit mit nur geringer Dehnbarkeit zu vereinigen. Elastische Fasern fehlen der *Membrana propria* fast vollständig. Ueberzogen wird das Trommelfell auf der Gehörgangsseite von der Haut, auf der Trommelfellseite von der Schleimhaut der Paukenhöhle. Die Hautschicht des Trommelfelles (Dermoidschicht *Politzer*, *Toynbee*) ist abgesehen von der Region des Hammergriffes nur etwa 50—60 μ dick und besteht aus einem äusserst dünnen papillenlosen Corium, dessen Existenz von *Gerlach* und *Siebenmann* sogar geleugnet wird, und einer 40 μ dicken

Epidermis. Ueber dem Periost des Hammergriffes, in welches die *Membrana propria* übergeht, besitzt die hier 0,4 mm dicke, mit einer 70 μ hohen Epidermis und selten mit niedrigen Papillen (*Popper*) versehene Hautschicht nebst dem Corium auch eine subcutane, lockere Bindegewebslage, in welcher grössere Blutgefässe, die von oben längs des Hammerstieles mit den Nerven und den Lymphgefässen herabkommen, eingelagert sind, welche sich dann seitlich und abwärts, bald — vorzüglich in der Hautschicht des Trommelfelles — verzweigen. Der verdickte Theil der Hautschicht längs des Hammergriffes wird als Cutisstrang (*v. Tröltsch*) bezeichnet. Die in ihrer Hornschicht leicht sich abschilfernde Epidermis des Trommelfelles verhält sich wesentlich wie im inneren Theile des knöchernen Gehörganges, doch sollen die oberflächlichen Zellen der Hornschicht noch Kerne enthalten (*Schwalbe*). Die Innenfläche des Trommelfelles wird von einer sehr dünnen (2—4 μ) Schleimhaut überzogen, welche aus spärlichen, lockeren Bindegewebsbündelchen und einer einfachen, platten Lage von Epithelzellen, die erst am Ringwulste mehr kubisch und weiterhin, gegen die knöcherne Wand der Trommelhöhle, wenigstens bei Kindern, cylindrisch und mit Flimmerhaaren bedeckt erscheinen (Fig. 1426, *hh'*). Die Schleimhaut ist so dünn, dass das Vorhandensein einer Bindegewebsschicht von *Siebenmann* geleugnet wird. Doch spricht gegen eine solche Annahme das Vorhandensein von Blut- und Lymphkapillaren unter dem Epithel, die ebenso wenig als jene der Hautschicht

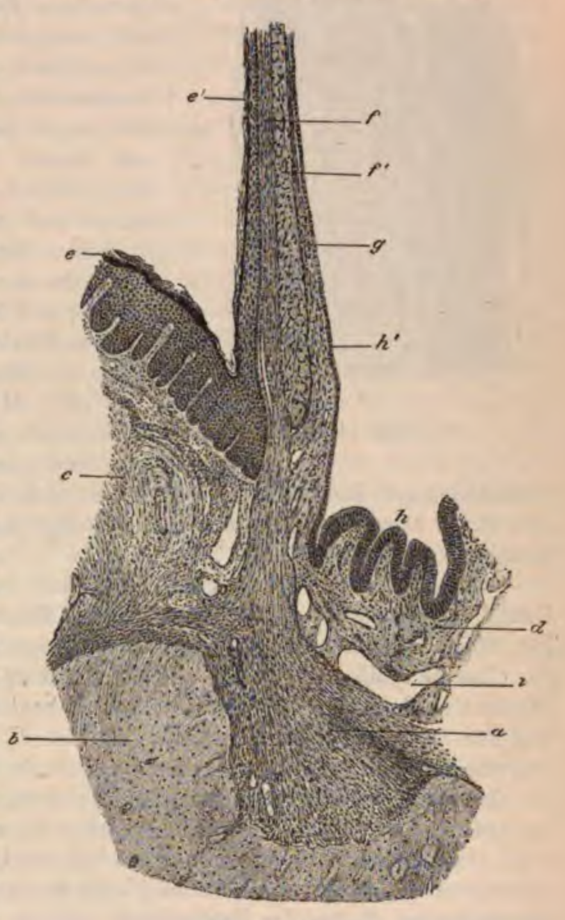


Fig. 1426.

Fig. 1426. Querschnitt durch den Rand des Trommelfelles von derselben Schnittserie wie Fig. 1425. Vergr. 55. *a Annulus fibro-cartilagineus*; *b* Knochen des Paukenringes; *c* Haut mit papillenartigen Leisten; *d* Schleimhaut der Paukenhöhle; *e* Epidermis des äusseren Gehörganges, in *e'* Epidermis des Trommelfelles sich fortsetzend; *f* Radiärfasern, *f'* Ringfasern der *Membrana propria*; *g* Schleimhaut des Trommelfelles; *h* Flimmerepithel übergehend in das Plattenepithel *h'* des Trommelfelles; *i* Gefässe.

der *Membrana propria* zugerechnet werden können. Die innere Oberfläche des Trommelfelles steht im hinteren oberen Quadranten mit mannigfach verzweigten sehnigen Strängen, in welche sich Ringfasern der *Pars tensa* der *Membrana propria* fortsetzen, in Verbindung, welche zuerst von *J. Gruber* als dendritisches Gebilde beschrieben wurden. Die *Shrapnell*sche Membran, welche den *Rivini*'schen Ausschnitt bedeckt, besteht nach der gewöhnlichen Annahme nur aus der Haut- und einer sehr dünnen Schleimhautlage. Doch findet *E. Zuckerkandl* auch hier eine wenn auch dünne und lockere Lage der *Membrana propria*. Die Hautschicht erscheint relativ dick, da sie die Fortsetzung des stärkere Gefässe und Nerven führenden Cutisstreifens, der vom Dache des knöchernen Gehörganges gegen den Hammerstiel herabsteigt, darstellt.

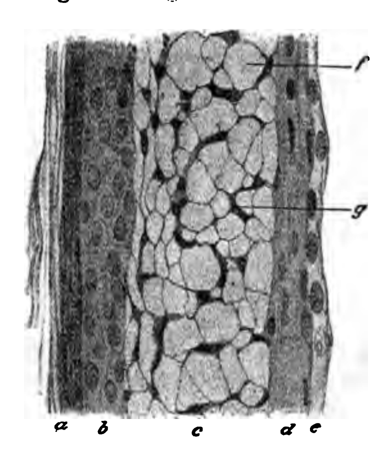


Fig. 1427.

Das Mittelohr, das sich aus der Paukenhöhle und der Ohrtrompete zusammensetzt und ausserdem noch mit lufthaltigen Nebenräumen in Zusammenhang steht, bietet, trotz seiner verwickelten Gestaltung und seines mannigfaltigen Inhaltes in histologischer Beziehung nur wenig speziell Bemerkenswerthes.

Die Trommelhöhle, sowie alle dieselbe durchsetzenden Gebilde: Sehnen, Gehörknöchelchen mit ihren Gelenken und Bändern, theilweise auch die quergestreiften Muskeln, soweit sie nicht von Knochen direkt umgeben sind, sowie die *Chorda tympani*, werden, wie die knöchernen Wandungen und die innere Fläche des Trommelfelles von einer Schleimhaut überzogen, welche die Fortsetzung der Tubenschleimhaut darstellt. Sie ist im Allgemeinen sehr dünn, ohne besondere Submucosa und drüsenlos. Soweit sie den Knochen überzieht, ist sie mit dem Perioste desselben als eine sehr zarte gefässhaltige Lage innig verbunden, der innen ein niedriges einfaches Plattenepithel aufliegt, das stellenweise etwas höher, kubisch und cylindrisch wird und dann mit Flimmerhaaren versehen ist. Solche von höherem Flimmerepithel bedeckte Stellen finden sich namentlich am Boden der Paukenhöhle und an der Mündung der Ohrtrompete und in der Umgebung des Trommelfelles, wo die Schleimhaut von diesem auf das Periost des angrenzenden Knochens übergeht. Fettgewebe kommt nach *Siebenmann* nicht selten um die Gefässe der Schleimhaut vor. Sehr zart ist dieselbe im Kuppelraum (*Recessus epitympanicus*), welcher den Kopf des Hammers und den grössten Theil des Amboss enthält, an seinem Dache zellige Hohlräume zeigt und im Bereiche der *Sutura petroso-squamosa* einen Fortsatz der harten Hirnhaut bis an die Schleimhaut herantreten lässt. Die Fortsetzung der Trommelhöhlenschleimhaut in die lufthaltigen Räume des Warzen-

Fig. 1427. Querschnitt des Trommelfelles unterhalb des Hammergriffes aus derselben Serie wie Fig. 1425. Vergr. 700. *a* Hornschicht, *b* Keimschicht der Epidermis; *c* Radiärfasern —, *d* Ringfasern der *Membrana propria*, erstere im Querschnitte; *e* Plattenepithel; *f* sehnige Bündel; *g* Trommelfellkörperchen.

fortsatzes (*Antrum tympanicum* und *Cellulae mastoideae*) ist äusserst dünn und ebenfalls von einer einfachen ganz platten Lage von Epithelzellen bedeckt. Mit den knöchernen Wänden der Paukenhöhle und den in letzterer enthaltenen Organen, sowie mit dem dendritischen Gebilde des Trommelfelles hängen variable, membranöse und strangartige unter Bildung von Lücken sich verflechtende Bindegewebszüge zusammen, welche — überall von Schleimhautepithel bedeckt — eigenthümlich umgewandelte Reste des Gallertgewebes sind, das beim Embryo mit Ausnahme einer schmalen spaltartigen Fortsetzung der ersten Schlundtasche, die ganze Trommelhöhle erfüllt. Diese Bindegewebsstränge zeigen da und dort die central gelegenen fibrösen Bündel, von konzentrisch geschichteten Bindegewebslamellen in einer Weise umhüllt, dass dadurch eine oberflächliche Aehnlichkeit mit *Vater-Pacini*'schen Körperchen zu Stande kommt (*Kessel*, *Politzer*, 1869). Einer besonderen Erwähnung verdient das Verhalten der Gehörknöchelchen, auf welches zuerst *J. Gruber* aufmerksam machte. An einigen Stellen derselben, insbesondere am Hammergriffe, findet sich oberflächlich Knorpel, der jedoch durchaus nicht regelmässig die ganze Knochenoberfläche überzieht, sondern nur streckenweise vorkommt. Diese Knorpelbelege sind nur zum Theile darauf zurück zu führen, dass die Gehörknöchelchen ursprünglich als Hyalinknorpel angelegt sind. Hammer und Amboss, welche bereits im 4. oder 5. Embryonalmonate zu verknöchern beginnen, zeigen an ihren Fortsätzen zuerst perichondrale und dann endochondrale Verknöcherung mit Bildung von zahlreichen gefässhaltigen Markräumen. Der Knorpel wird im Innern grösstentheils völlig zerstört und es ist später fast nur Knochen mit spärlichen Knorpeleinschlüssen, die aus Resten verkalkter Grundsubstanz mit darin eingeschlossenen Zellen bestehen, zu finden. Dagegen tritt sekundär im Anschluss an die periostale Knochenbildung am kurzen Fortsatz und am Griffe des Hammers vor Abschluss des Wachsthums neuerdings Knorpelbildung auf, wodurch es, wie am Gelenk-, Kronen- und Alveolarfortsatz des Unterkiefers und an vielen anderen Stellen des Skelettes zu direkten Uebergängen von Knochen in Knorpel kommt, indem das Periost wieder zu Perichondrium wird, unter welchem sich eine Lage von Hyalinknorpel findet. Dieses Uebergangsgewebe wird jedoch theilweise wieder und zwar von der Innenseite resorbirt, wodurch Lücken entstehen, die in den äusseren, unveränderten Hyalinknorpel hineingreifen. Diese Lücken werden sekundär wieder von Knochen ausgefüllt, welcher dann an den Gehörknöchelchen mit vielfach zackigen Buchten dem stellenweise unterbrochenen Knorpelüberzug sich anlegt. So verhält es sich besonders am kurzen Fortsatze und Griffe des Hammers, nicht aber, so viel ich sehe, am Amboss und am Kopfe des Hammers, wo fast überall unter dem Periost perichondral entstandener Knochen von dem centralen, endochondralen Knochengewebe deutlich unterscheidbar ist. Dagegen besitzt die Steigbügelplatte, wie *Eysell* (Arch. f. Ohrenheilk. 5. Bd.) fand, einen Knorpelüberzug, der in das Ringband übergeht, welches die Platte mit dem Perioste des Vorhoffensters verbindet. Das Ringband selbst besteht aus vorzüglich radiär verlaufenden Bindegewebsbündeln mit ziemlich zahlreichen elastischen Fasern. Die Gelenke der Gehörknöchelchen zeigen ebenfalls unter dem Knorpelüberzuge keinen verkalkten Knorpel, sondern theils einen direkten Uebergang von Knorpel in Knochen, theils eine Anlagerung von Knochen an Knorpel, wie an den früher geschilderten Stellen, an welchen die

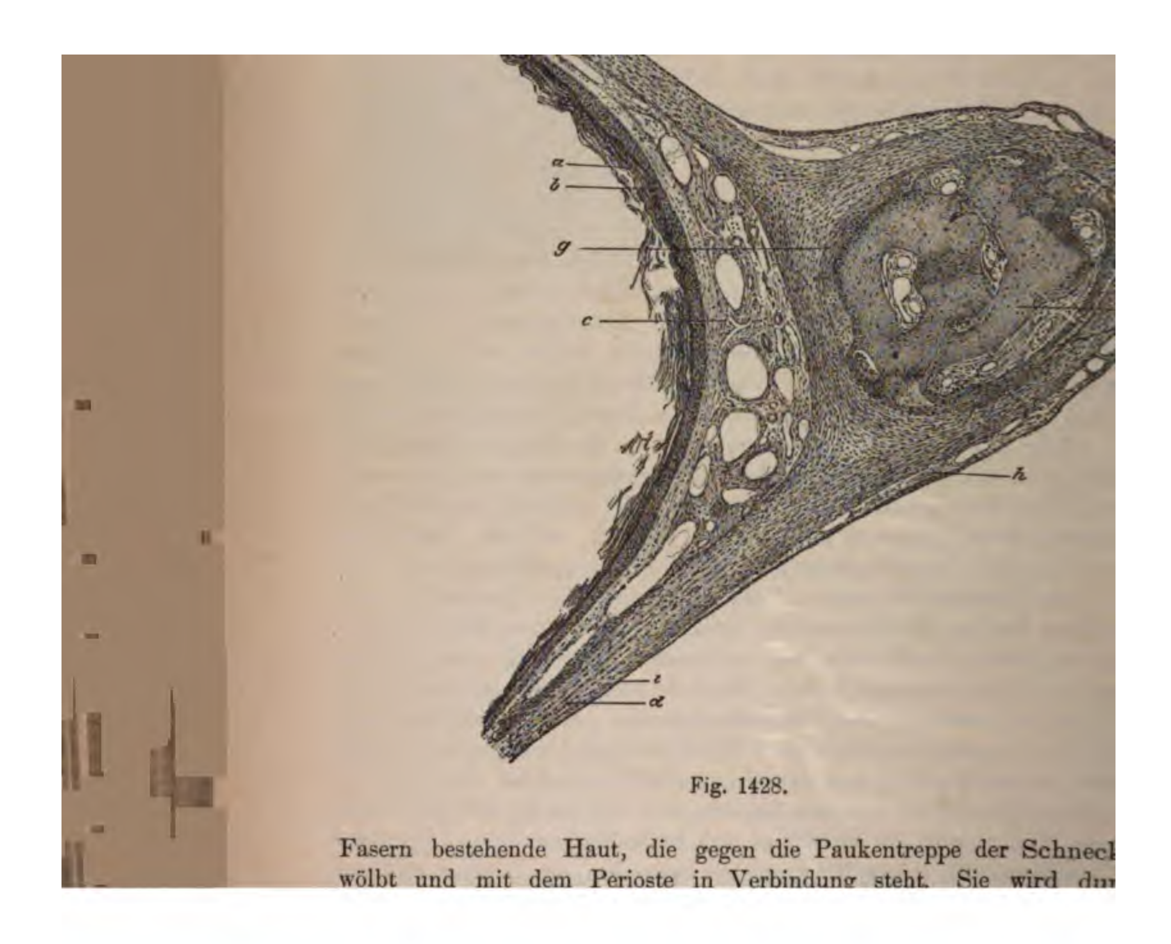


Fig. 1428.

Fasern bestehende Haut, die gegen die Paukentreppe der Schneck
wölbt und mit dem Perioste in Verbindung steht. Sie wird du

Die Ohrtrompete (*Tuba auditiva Eustachii*) stellt in ihrem knöchernen Antheile die direkte Fortsetzung der Paukenhöhle dar und verengert sich am Uebergange (*Isthmus tubae*) zur knorpeligen Ohrtrompete bis auf einen Höhendurchmesser von 2 mm und einen Breitendurchmesser von kaum 1 mm. Die Schleimhaut ist dünn (80—112 μ, *Rüdinger*), relativ am dicksten am Boden, mit Flimmerepithel bedeckt und inkonstant, namentlich nächst dem Halbkanale für den Trommelfellspanner, mit adenoidem Gewebe infiltrirt (*Rüdinger*). Drüsen fehlen im knöchernen Theile der Tube in der Regel, dagegen finden sich am Boden derselben einige kleinere, variable, lufthaltige Räume (*Cellulae pneumaticae tubariae*). Der knorpelige Antheil der Tube verbindet sich fest durch fibröses Gewebe mit dem knöchernen Theile und besitzt als Grundlage eine zuerst nach unten, dann seitlich offene Knorpelhalbrinne, deren Querschnitt eine hakenförmige Gestalt hat (Fig. 1429). Die laterale abgerundete Kante des Hakens dient ebenso, wie die membranöse Seitenwand der Tube Muskelbündeln des *Tensor veli palitini* zum Ursprunge (*M. dilatator tubae*), durch deren Kontraktion die umgebogene Knorpelplatte herabgezogen und die, in der Ruhe eine vertikale, geschlossene Spalte darstellende Tubenlichtung zum Klaffen gebracht wird. Der grösste Theil der lateralen Tubenwand entbehrt der knorpeligen Umhüllung. Mit der besonderen funktionellen Aufgabe steht wohl der eigenthümliche Bau des Tubenknorpels in Zusammenhang. Derselbe besteht nämlich aus einem Gemische von Hyalinknorpel, elastischem Knorpel und Faserknorpel. Die Hauptmasse der medialen Knorpelplatte bildet ein ziemlich zellenarmer, an Grundsubstanz reicher Hyalinknorpel, in welchem da und dort, wie in älteren Rippenknorpeln, asbestartige Faserbündel auftreten. Eingelagert in diesen Hyalinknorpel

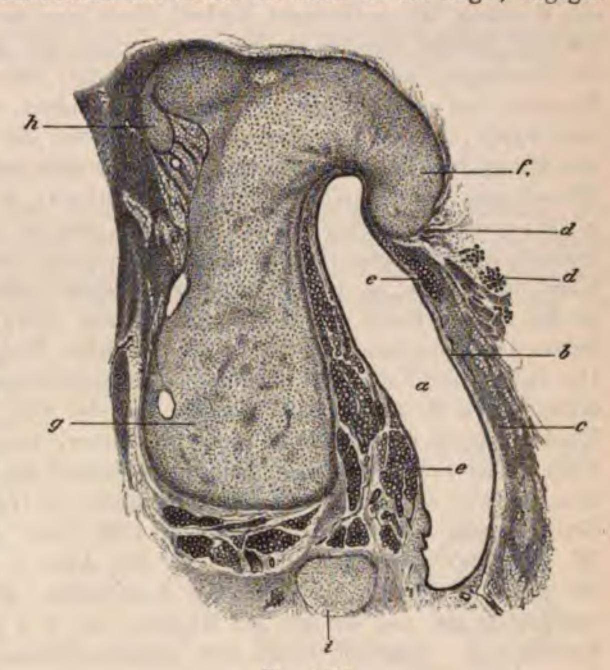


Fig. 1429.

Fig. 1429. Querschnitt durch die knorpelige Tube nahe ihrer Schlundkopfmündung. Vergr. 11. *a* Lichtung der Tube in erweitertem Zustande; *b* Flimmerepithel; *c* häutige laterale Wand mit Fettgewebe; *d* Muskelbündel; *e* gemischte Schleimdrüsen; *f* laterale Knorpelplatte den sogenannten Haken bildend; *g* mediale Knorpelplatte mit dunkleren Flecken, welche von elastischem Knorpel herrühren; *h* u. *i* accessorische Knorpel.

und ohne scharfe Grenze in denselben übergehend, finden sich grössere oder kleinere Nester elastischen Knorpels, welche aus dicht gedrängten Zellen und einer Grundsubstanz mit reichlichen elastischen Fäserchen, wie im Ohrknorpel, bestehen. Diese Nester elastischen Knorpels stehen durch strahlenartige Verbindungen unter einander in Zusammenhang (Fig. 1429). Vorzüglich an der konvexen Seite der Knorpelrinne findet sich Faserknorpel, indem die Grundsubstanz von zahlreichen aus dem Perichondrium einstrahlenden, fibrösen Bindegewebsbündeln durchsetzt erscheint. Am Knorpelhaken ist ein zur Oberfläche des Knorpels fast senkrechter Verlauf dieser vom äusseren Perichondrium kommenden fibrösen Bündel zu bemerken; gegen die mediale Knorpelplatte wird die Anordnung der Bündel mehr geflechtartig, zum Theil zur Oberfläche des Knorpels fast parallel. Bei neugeborenen Kindern ist der Tubenknorpel noch ganz hyalin, erst mit zunehmendem Alter treten die sternartigen Anhäufungen von Knorpelzellen und faserigen Differenzirungen auf (*Urbantschitsch* in Wiener med. Jahrb. 1875). Die Schleimhaut der knorpeligen Tube wird, je näher der Mündung am Schlundkopfe, um so mehr der Schleimhaut des letzteren ähnlich. Das cylindrische Flimmerepithel wird mehrreihig, mit Becherzellen dazwischen; es treten immer zahlreichere Schleimdrüsen auf, die jedoch an der tiefsten Bucht der Knorpelrinne fehlen (*Rüdinger*). Die membranöse Seiten- und Unterwand zeigen meist reichliches Fettgewebe in der Submukosa. Die Drüsen der Tube sind, wie die des Respirationsapparates, gemischte Schleimdrüsen (siehe S. 289). Das adenoide Gewebe wird ebenfalls, namentlich bei Kindern, gegen die Mündung immer reichlicher, nimmt schliesslich den ganzen Umfang der Schleimhaut ein und zeigt eventuell auch deutliche Sekundärknötchen. Dieses adenoide Gewebe (Tubenmandel *J. Gerlach*) geht ohne scharfe Grenze in die Pharynxtonsille (siehe S. 128) über. Nach den Untersuchungen *W. Anton*'s (Zeitschr. f. Heilk. 22. Bd., Abth. f. path. Anat. S. 172) fehlt das adenoide Gewebe der Tube bei Embryonen, tritt aber bei Neugeborenen regelmässig auf und erreicht bei Kindern von $1^1/_2$ bis 2 Jahren seine grösste Entwicklung. Bisweilen finden sich lymphknötchenartige Bildungen bis in die Paukenhöhle.

Mit Gefässen und Nerven ist das äussere Ohr in ähnlicher Weise versehen, wie die äussere Haut. Im mittleren Ohre ist namentlich die Schleimhaut der Wandungen der Paukenhöhle reich an Gefässen, ebenso die *Tuba Eustachii* und das Trommelfell, in welch' letzterem die stärksten Arterien und Venen längs des Hammergriffes in der äusseren Cutislage verlaufen und am Umkreise der Haut arterielle und venöse Gefässringe erzeugen, ausserdem auch zahlreich in der Schleimhaut sich verästeln. Wie die Haut des äusseren Ohres ist auch jene des äusseren Gehörganges und des Trommelfelles mit Lymphgefässen, letzteres nur mit Lymphkapillaren, die *J. Kessel* nachwies, versehen. Die Lymphgefässe des äusseren Ohres gehen theils zu den hinter dem Ohre, theils zu den in die *Parotis* eingelagerten Lymphknoten. Die Nerven stammen vorzüglich vom neunten und fünften Paare und verästeln sich im Ganzen genommen spärlich in der Schleimhaut. Der *N. tympanicus* enthält viele grosse, vereinzelte oder in kleinen Knötchen beisammen liegende Ganglienzellen. Am Trommelfelle steigt das in der äusseren Cutislage liegende Nervenästchen (vorzüglich vom *N. auriculo temporalis*) vom Perioste des *Meatus* her von oben

herab an die Hülle, giebt schon in der Gegend des *Proc. brevis* Aeste ab und steigt dann in der Richtung des *Manubrium mallei* und meist etwas hinter ihm herab, lässt sich jedoch noch unter demselben in feine Reiserchen verfolgen (*v. Tröltsch*). Blasse Nervenfasern hat *Gerlach* im Schleimhautüberzuge des Trommelfelles gesehen und *J. Kessel* (in *Stricker*'s Handb.) fand feinste Geflechte an Goldpräparaten des Trommelfelles, welche theils mit den Blutgefässen, theils mit der Oberhaut in Verbindung stehen. Auch in der Schleimhaut der Paukenhöhle konnte derselbe feinste Nervengeflechte nachweisen.

Das früher angenommene *Foramen Rivini* des Trommelfelles gilt gegenwärtig allgemein als Kunsterzeugniss, beziehungsweise als Folge pathologischer Vorgänge.

§ 345.

Das Labyrinth und seine Nervenendstellen im Allgemeinen.

Völlig unabhängig von dem schallleitenden Apparate des äusseren und mittleren Ohres entwickelt sich der specifisch empfindende Antheil des Gehörorganes, das häutige Labyrinth, an welchem der Gehörnerv seine Endigung findet. Sobald die Kopfanlage des Embryo deutlich hervortritt, bildet sich zur Seite des Hinterhirnes eine grubige Vertiefung des Ektoblasts, welche bald birnförmige Gestalt annimmt und später durch Abschnürung als Bläschen in die Tiefe gelangt und nun ringsum von Mesoblastgewebe umhüllt ist. Dieses epitheliale Gehör- oder Labyrinthbläschen erfährt dann durch Wachsthum allmählich jene verwickelten Umgestaltungen, welche uns in dem fertig ausgebildeten häutigen Labyrinthe entgegen treten. In Form platter Falten, deren Randtheil sich in ein Rohr umwandelt, während der übrige Theil später verwächst und schwindet, erheben sich die Bogengänge; am unteren Ende des Bläschens sprosst ein sich allmählich schneckenförmig windendes Rohr hervor, der Schneckengang, *Ductus cochlearis*, später sondert sich ein Theil des Bläschens, das mit dem Bogengangapparate zusammenhängt, das elliptische Säckchen, der *Utriculus*, von dem mit dem Schneckengange zusammenhängenden runden



Fig. 1430.

Fig. 1430. Schema des linken häutigen Labyrinthes von innen gesehen mit in rother Farbe hervorgehobenen Nervenendstellen. *a Ampulla superior*; *b A. lateralis*; *c A. posterior*; *d Macula acustica utriculi*; *e M. a. sacculi*; *ff Organon spirale* (*Cortii*) des *Ductus cochlearis*; *g Ductus reuniens* (*Henseni*); *h Caecum vestibulare*; *i Caecum cupulare*; *k Saccus endolymphaticus* in den *Ductus endolymph.* und dieser in den *Ductus utriculo-saccularis* sich fortsetzend.

Säckchen, dem *Sacculus*. Die drei Bogengänge werden als oberer oder frontaler, äusserer oder horizontaler und hinterer oder sagittaler unterschieden. Jeder derselben beginnt mit einer Erweiterung, der sogenannten Ampulle. Obere und äussere Ampulle liegen dicht beisammen nahe dem oberen Ende des *Utriculus*, die hintere Ampulle dagegen am unteren Ende desselben. Oberer und hinterer Bogengang vereinigen sich zu einem gemeinsamen Rohre, das als *Sinus superior* oder *Crus commune* (*A. N.*) bezeichnet wird und annähernd mit der Mitte des *Utriculus* sich verbindet. Diese Verbindung der beiden vertikalen Bogengänge erklärt sich entwicklungsgeschichtlich dadurch, dass beide aus einer einzigen Falte hervorgehen (*Boettcher*, *R. Krause*, *G. Alexander*, *Denis*). Der äussere Bogengang findet neben diesem Rohre seine zweite Mündung. Er entsteht aus einer selbstständigen Falte. Schliesslich hängen *Utriculus* und *Sacculus* nur mehr indirekt zusammen. Ein in den ersten Entwicklungsstadien relativ voluminöser, aus der Abschnürungsstelle hervorgehender Theil des Gehörbläschens, der *Recessus Labyrinthi*, wird zu dem unter der *Dura mater* des Felsenbeines gelegenen *Saccus endolymphaticus* umgestaltet (Fig. 1430, *k*). Von diesem zieht ein enges Rohr, der *Ductus endolymphaticus* durch die Wasserleitung des Vorhofes und spaltet sich gabelig in zwei Aeste, von welchen der eine in den *Utriculus*, der andere in den *Sacculus* einmündet (*Boettcher*). Die von *Reichert* entdeckte Verbindung beider Säckchen wird als *Ductus utriculo-saccularis* bezeichnet. Auch die ursprünglich weite Verbindung zwischen *Sacculus* und *Ductus cochlearis* wird



Fig. 1431.

Fig. 1431. Fast frontaler, oben etwas nach vorn geneigter Durchschnitt durch das linke Labyrinth eines 31 mm langen menschlichen Embryo. Vergr. 23. *a Crista ampullaris super.*; *a' C. ampullaris externa*; *b* oberer, *b'* äusserer Bogengang; *c Crus commune*; *d* unterer Bogengang; *e Ductus endolymphaticus*; *g Ganglion*; *h* Haut; *k* Knorpel der Gehörkapsel; *m Macula utriculi* im oberen Theil des *Utriculus u*; *v* Venen (unten *V. jugularis*).

zu einem engen Kanälchen, dem *Ductus reuniens* (*Hensen*) umgewandelt; aber der Zusammenhang aller epithelialen Hohlräume des häutigen Labyrinthes bleibt, von der ersten Bildung des einfachen Gehörbläschens an, dauernd erhalten. Es ist ferner der von Epithel umschlossene Raum von allem Anfange an von Flüssigkeit, von Endolymphe erfüllt, während die perilymphatischen Räume erst relativ spät zu einer Zeit sich bilden, wo bereits die äussere Formgestaltung des epithelialen Labyrinthes nahezu seine Vollendung erreicht hat. Das epitheliale Labyrinth ist anfänglich von einem lückenlosen Gusse embryonaler Bindesubstanz umhüllt, in welcher nur die im innigsten Kontakte mit den späteren Nervenendstellen sich entwickelnden Ganglienzellen und Nervenbündel des Gehörnerven als relativ voluminöse Gebilde auffallend hervortreten. Früher als eine Andeutung von perilymphatischen Räumen vorhanden ist, bildet sich im Zusammenhange mit der knorpeligen Schädelbasis eine knorpelige Gehörkapsel, welche das epitheliale Labyrinth sammt seiner Umhüllung von embryonalem Bindegewebe umschliesst (Fig. 1431) und nur an den Stellen Unterbrechungen zeigt, welche für den Durchtritt des Gehörnerven, des Gesichtsnerven, des endolymphatischen Ganges und der Venen der Wasserleitung der Schnecke — abgesehen von den Fenstern gegen die Paukenhöhle — bestimmt sind. Durch Verdichtung des Gewebes an der Oberfläche des epithelialen Labyrinths entsteht eine besondere bindegewebige Wand in Form einer, im Allgemeinen dünnen *Membrana propria*, welche nur im Bereiche der Nervenendstellen der Säckchen und der Bogengänge, nebst reichlicher Gefässversorgung, eine stärkere Verdickung erfährt und am Schneckengange in besonderer Weise sich ausbildet. Hand in Hand mit dem Auftreten besonderer bindegewebiger Wände der epithelialen Theile, welche das häutige Labyrinth abgrenzen, geht das Auftreten von Hohlräumen in dem dasselbe umgebenden embryonalen Bindegewebe, welche wie andere Spalträume im Bindegewebe entstehen und mit lympheartiger Flüssigkeit, Perilymphe, sich erfüllen. Von diesen Hohlräumen ist, abgesehen von jenen der Schneckentreppen, der grösste das *Spatium perilymphaticum vestibuli* (*A. N.*) oder die *Cysterna perilymphatica* (*Retzius*), welche zwischen der Paukenwand des Vorhofes und den Säckchen gelegen, mit der Vorhofstreppe der Schnecke in weit offener Verbindung steht (Fig. 1432, *f*), dagegen in die perilymphatischen Räume der Bogengänge nur enge Zugänge hat. Die Begrenzung der perilymphatischen Räume ist, soweit sie nicht durch das häutige Labyrinth selbst gebildet wird, wesentlich durch eine dünne, das innere Perichondrium, später Periost der Labyrinthkapsel deckende Bindegewebslage gegeben; ausserdem durch bindegewebige Stränge und Blätter, welche insbesondere im Bereiche der Bogengänge den perilymphatischen Raum durchziehen und Verbindungen des häutigen Labyrinthes mit dem Perioste herstellen. Die Nervenendstellen des häutigen Labyrinthes liegen mit Ausnahme jener der Schnecke und des *Utriculus* dem Perioste dicht an, ausserdem ist dasselbe an der medialen Seite der Säckchen und an den konvexen Seiten der häutigen Bogengänge der Fall. Der Schneckengang ist sowohl mit dem knöchernen Spiralblatte als mit der äusseren Wand der knöchernen Schnecke in eigenthümlicher Weise verwachsen. Die Umwandlung der knorpeligen Gehörkapsel in die knöcherne erfolgt theils durch endochondrale und perichondrale Verknöcherung (Fig. 1432, *k'* u. *l*), theils durch direkte Knochenbildung im embryonalen Bindegewebe.

Letzteres ist insbesondere der Fall im Bereiche der Aeste des Gehörnerven, vor allem am Schneckennerven im Bereiche der Schneckenspindel und des knöchernen Spiralblattes, an den Vorhofsnerven im Bereiche der siebförmig durchlöcherten Nerveneintrittsstellen und am inneren Theile der Scheidewände der Schnecken-

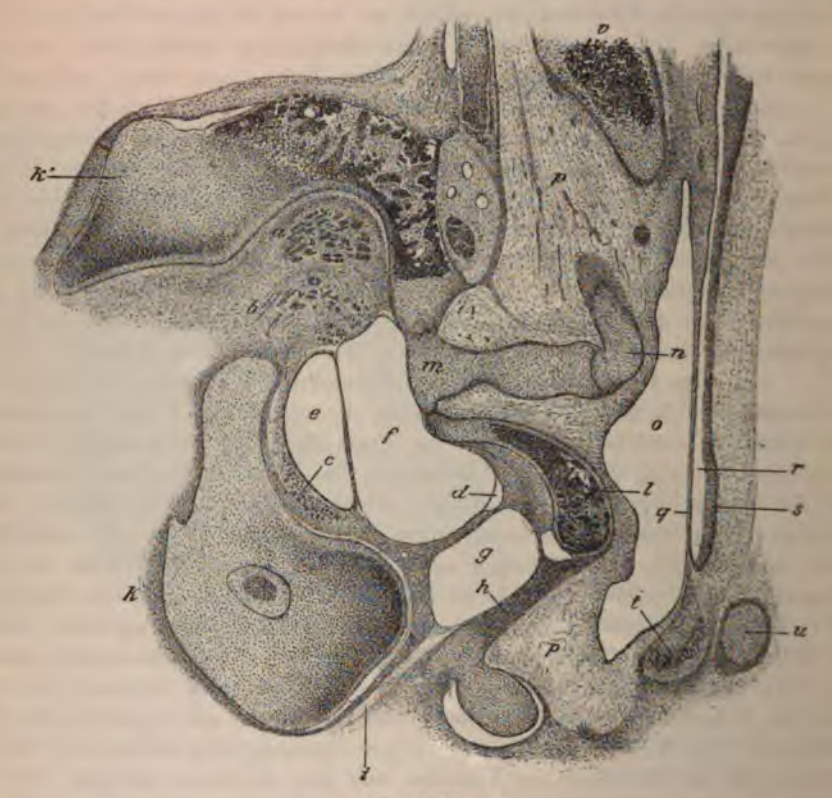


Fig. 1432.

windungen, welche nur in ihrem äusseren Theile knorpelig vorgebildet sind. Der an Stelle der knorpeligen Gehörkapsel tretende Knochen (knöchernes Labyrinth) zeichnet sich durch besondere Härte aus und die unmittelbare Begrenzung der

Fig. 1432. Schnitt durch die Trommelhöhle und das Labyrinth. Die Vorhofswand der Paukenhöhle ist in der Richtung der die Vorhofsfenster verbindenden Linie senkrecht zum *Promontorium* getroffen. Vom fünfmonatlichen Embryo. *Müller*'s Flüssigk. Vergr. 11. *a N. ampullares sup. et ext.*; *b N. maculae utriculi*; *c N. maculae sacculi*; *d Ductus cochlearis*; *e Sacculus*; *f Spatium perlymphaticum*; *g Scala tympani*; *h Fenestra cochleae*; *i Aquaeductus cochleae*; *k k'* Knorpel der Labyrinthkapsel, die dunklen Partien theils verkalkt, theils durch Knochen ersetzt (in der Mitte von *k* der hintere Ampullennerv); *l Promontorium* (bereits verknöchernd); *m* Steigbügelknorpel das Vorhofsfenster mit seiner Fussplatte ausfüllend; *n* langer Fortsatz des Ambossknorpels angeschnitten; *o* Trommelhöhle; *p* Gallertgewebe, theilweise noch dieselbe erfüllend; *q* Trommelfell; *r* äusserer Gehörgang; *s* Epidermis desselben; *t Annulus tympanicus*; *u Processus styloideus* (Knorpel); *v* Kopf des Hammers theilweise verkalkt.

Hohlräume des Labyrinths wird schliesslich überall von periostalem Knochen gebildet (*Boettcher*).

Sucht man einen Vergleich von Auge und Ohr, so kann man eine Analogie zwischen Netzhaut und Labyrinthbläschen finden, insofern beide den wesentlichen Sinnesapparat darstellen und beide ektodermaler Abstammung sind. Aber es besteht der wesentliche Unterschied, dass die *Retina* ihrer Anlage nach ein Gehirntheil ist, während das Labyrinthbläschen unabhängig vom Centralnervensystem direkt aus dem oberen Keimblatte sich abschnürt. Der Sehnerv entwickelt sich hauptsächlich aus Ganglienzellen, welche der *Retina* selbst angehören, während der Gehörnerv aus Ganglienzellen hervorgeht, welche nach Art der Spinalganglien unabhängig vom Gehörbläschen auftreten und erst sekundär einerseits in das Gehörbläschen, andererseits in das Hinterhirn Neuritfortsätze aussenden. Dadurch reiht sich der Gehörnerv in seinem morphologischen Verhalten an die sensiblen Wurzeln der Spinalnerven. Ein noch ganz besonders bemerkenswerther Unterschied des sensiblen Endapparates des Gehörnerven gegenüber der Netzhaut liegt ferner darin, dass dieser Endapparat nicht auf einer kontinuirlichen Fläche sich ausbreitet, sondern auf sechs völlig von einander getrennte, räumlich sehr eigenartig angeordnete Stellen vertheilt ist. Diese sechs Nervenendstellen sind beim Menschen und bei den Säugethieren: 1. Die ausgedehnteste an der ganzen Länge des Schneckenganges mit Ausnahme des obersten und untersten blinden Endes desselben, das *Corti*'sche Organ (*Organon spirale Corti, A. N.*) oder die *Papilla spiralis*. 2. Je eine Nervenendstelle in Form eines länglichen Fleckes am *Sacculus* und *Utriculus* (*Macula sacculi* und *M. utriculi*). 3. Je eine in Form einer queren Leiste sich erhebende Nervenendstelle in den erweiterten Anfangsstücken, den Ampullen der drei Bogengänge (*Cristae ampullares*). Die Sonderung dieser Nervenendstellen findet bereits in den zutretenden Nerven ihren Ausdruck und der histologische Bau der *Papilla spiralis*, der *Maculae* und *Cristae* ist so verschieden, dass eine verschiedene funktionelle Bedeutung dieser dreierlei Nervenendstellen angenommen werden muss. Als zur Vermittlung der Tonempfindung zweifellos geeignet kann nur das *Corti*'sche Organ der Schnecke bezeichnet werden. Die Bedeutung der anderen Nervenendstellen wird gegenwärtig von der Mehrzahl der Physiologen darin gesucht, dass sie vorwiegend Organe des statischen Sinnes (*v. Goltz, Mach, Breuer, Kreidl* u. A.) seien. Wie weit histologische Thatsachen für die Annahme besonderer Funktionen der verschiedenen Nervenendstellen sprechen, soll im folgenden Paragraphen erörtert werden und hier nur noch erwähnt sein, dass die Zahl der Nervenendstellen bei vielen Wirbelthieren eine grössere ist, als bei den Säugethieren. Eine eigentliche Schnecke in Form eines spiralig gewundenen Rohres kommt nur den Säugethieren zu, doch besitzen die Vögel und Reptilien ein mit dem *Sacculus* zusammenhängendes, etwas gewundenes, am Ende flaschenartig gestaltetes Rohr, mit einer dem *Corti*'schen Organe entsprechenden, bei den Vögeln am vollkommensten ausgebildeten Nervenendstelle und am blinden Ende, der sogenannten *Lagena* noch eine zweite, den Säugethieren fehlende, im Baue den *Maculae* ähnliche Nervenendstelle, die *Macula lagenae*. Ausserdem besitzen diese Thiere noch eine den Säugethieren fehlende, von *G. Retzius* entdeckte Nervenendstelle am Boden des *Utriculus*, die *Macula neglecta*.

Diese Thiere besitzen also acht Nervenendstellen. Bei den anuren Amphibien wird die der Schnecke entsprechende Ausbuchtung des *Sacculus* und die dem *Corti*'schen Organe homologe Papille sehr rudimentär und bei den Fischen verschwindet sie ganz, wodurch die Zahl der Nervenendstellen auf sieben sich vermindert, da die *Macula lagenae* und die *M. neglecta* auch bei diesen, letztere allerdings nicht bei allen Knochenfischen, sich findet. Die als *Macula* oder *Papilla lagenae* bei den Amphibien und Fischen bezeichnete Nervenendstelle ist der gleichbenannten Nervenendstelle der Sauropsiden nicht homolog, da erstere neben der *Macula sacculi*, bei den Sauropsiden aber am blinden Ende der *Lagena cochleae* ihre Lage hat. Auch die *Macula neglecta* hat bei Fischen und Amphibien eine andere Lage, als bei den Sauropsiden, nämlich meist am *Ductus utriculo-saccularis* oder in einer Ausbuchtung des *Sacculus*. Eine besondere Reduktion erfährt das Labyrinth bei den Cyclostomen, welches bei Myxine ringförmig und mit drei Nervenendstellen versehen ist, bei Petromyzon aus unvollständig gesonderten Säckchen und zwei Bogengängen mit im Ganzen ebenfalls drei Nervenendstellen besteht. In neuerer Zeit fand *G. Alexander* (Denkschriften d. k. Akad. in Wien 70. Bd. S. 429) bei Säugethierembryonen (Meerschweinchen) die Anlage einer den *Maculae* ähnlichen Epithelverdickung am *Ductus reuniens*, die jedoch vor der Geburt sich zurückbildet. Er betrachtet dieselbe als eine der *Papilla lagenae* der Amphibien und Fische (nicht aber der Vögel und Reptilien) homologe, rudimentär bleibende, weil niemals mit Nervenfasern in Verbindung tretende Nervenendstelle.

Seit den vergleichend-anatomischen Untersuchungen *Hasse*'s pflegt man den *Utriculus* mit den Bogengängen als *Pars superior Labyrinthi*, den *Sacculus* mit der *Lagena* und den der Schnecke homologen Bildungen als *Pars inferior Labyrinthi* zu unterscheiden. Bei einigen Knochenfischen sind, wie *G. Retzius* nachweist, diese beiden Theile vollständig von einander getrennt, indem der *Ductus utriculo-saccularis* verschwindet und der *Ductus endolymphaticus* nur mit dem *Sacculus* zusammenhängt. Die anatomische Vertheilung der Nervenzweige entspricht nicht dieser Zweitheilung des Labyrinths, indem der *N. acusticus* in einen *Ramus superior* (*anterior Retzius*) und *Ramus inferior* (*posterior R.*) zerfällt, von welchen der erstere die *Macula utriculi* und die obere und äussere Ampulle, der letztere aber ausser dem *Sacculus* auch die hintere Ampulle versorgt. Es ist dies aus der topographischen Lage der Theile verständlich. Bei den Säugethieren entwickelt sich als mächtigster Theil des Gehörnerven der Schneckennerv (*N. cochleae*), der mit selbständiger Wurzel in das verlängerte Mark tritt (siehe II. Bd. § 142) und dem übrigen Theil des Gehörnerven, dem Vorhofsnerven (*N. vestibuli*) gegenüber gestellt wird. Der Vorhofsnerv zerfällt in den *Ramus utriculo-ampullaris* — entsprechend dem *R. superior* der niederen Thiere — und in den *Ramus sacculo-ampullaris* — entsprechend dem *R. inferior* der niederen Thiere —, welchem letzteren ursprünglich auch der Schneckennerv zugehört. Sowohl der Schneckennerv als die Aeste des Vorhofsnerven entspringen — jedenfalls in der Hauptmasse ihrer Fasern — aus bipolaren, dem Stamme der Nerven eingelagerten Ganglienzellen. Diese Ganglienzellen bilden am Schneckennerven das *Ganglion spirale cochleae*, am Vorhofsnerven, im Grunde des inneren Gehörganges, das *Ganglion vestibulare* (*Itumescentia*

ganglioformis), das nach *Scarpa* und den neueren Untersuchungen von *G. Alexander* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien 108. Bd.) in ein oberes (*G. v. superius*) und in ein davon nicht scharf getrenntes unteres (*G. v. inferius*) zerfällt, von welchen das erstere den *Ramus utriculo-ampullaris*, das letztere vorzüglich den *R. sacculo-ampullaris* versorgt.

§ 346.

Säckchen und Bogengänge.

Die Wand der Säckchen besteht aus einer bindegewebigen *Membrana propria* und dem darauf ruhenden Epithele. Die *Membrana propria* ist im Allgemeinen dünn (26—35 μ, *Koelliker*), stellenweise — wie im obersten Theile des *Utriculus* — nur 4,5—6 μ (*Retzius*), dagegen am dicksten im Bereiche der *Maculae* (0,15—0,2 mm, *Retzius*). Die *M. propria* besteht aus einer, abgesehen von den die Zellen enthaltenden Höhlen, lückenlosen feinfaserigen Grundsubstanz, in welcher stern- und spindelförmige, theilweise anastomosirende Zellen eingelagert sind. Unter dem Epithel findet sich eine dünne fast homogene, nur da und dort Zellen enthaltende Lage, die Basalmembran (*Henle*), die jedoch gegen die *Membrana propria* nicht scharf abgegrenzt ist und nur im Bereiche der *Maculae* deutlich hervortritt. Nach aussen geht die *Membrana propria*, soweit die Säckchen dem Knochen anliegen, direkt in die Bälkchen des perilymphatischen Gewebes über, welche sich an das Periost anheften. In diesem perilymphatischen Balkengewebe, das *Henle* und *Koelliker* mit der *Lamina fusca sclerae*, *Schwalbe* mit dem subarachnoidalen Gewebe verglichen, kommen da und dort auch Pigmentzellen — besonders im Bereiche des *Utriculus* — vor, welche auch auf das Periost übergehen können. Das perilymphatische Balkengewebe ist, wie die *Membrana propria*, frei von elastischen Fasern und an der Oberfläche, wie der ganze perilymphatische Raum, von Endothel bekleidet.

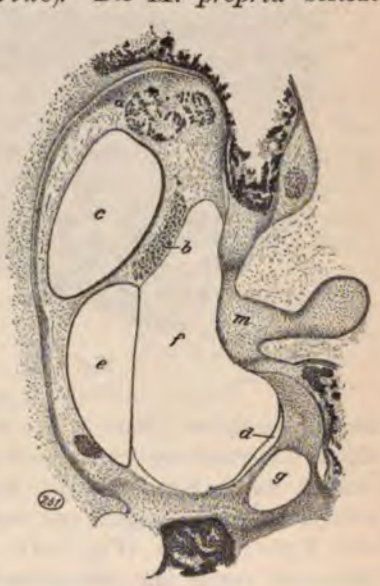


Fig. 1433.

Das Epithel besteht mit Ausnahme der *Maculae* aus einer einfachen Lage platter, 12—21 μ breiter und nur 3—4 μ hoher polygonaler Zellen. Die *Macula sacculi* ist 3 mm lang, 1,5—1,6 mm breit, die *M. utriculi* 3 mm lang und 2 mm breit (*Odenius*). Nach *Rüdinger* sind die beiden *Maculae* senkrecht zu einander gestellt und wie *J. Breuer* (Arch. f. d. ges. Physiol.

Fig. 1433. Schnitt von derselben Serie wie Fig. 1432, etwas weiter gegen das Hinterhaupt. Vergr. 11. *a Nervi ampullares sup. et ext.*; *b Nervus utriculi*; *c Utriculus* nahe am oberen Ende durchschnitten; *d Ductus cochlearis* und ein Theil des *Ductus reuniens* gegen *e* den *Sacculus* ziehend; *f Spatium perilymphaticum*; *g Scala tympani*; *m Stapes*.

48. Bd. S. 195) fand, steht die *Macula sacculi* in der Ebene des hinteren (sagittalen), die *Macula utriculi* in der Ebene des äusseren (horizontalen) Bogenganges. Am Rande der *Maculae* werden die Zellen schmaler, dabei höher, mehr kubisch, endlich cylindrisch und bilden dadurch den Uebergang zu den Fadenzellen des Nervenepithels der *Maculae* (Fig. 1434). Dieses ist 30 bis 35 μ dick und besteht aus zweierlei wesentlich verschiedenen Zellen, den Fadenzellen und Haarzellen, von welchen beiden Formen wahrscheinlich nur die Haarzellen specifische Sinnesepithelzellen sind. Für letztere Annahme spricht vor allem, dass man an Schnitten den allmählichen Uebergang der gewöhnlichen Epithelzellen in die Fadenzellen am Rande der *Maculae* verfolgen kann, während die Haarzellen am Rande der *Macula* etwas kleiner werdend, aber ohne Uebergangsformen verschwinden. An senkrechten Durchschnitten gut fixirter Osmiumpräparate macht das Nervenepithel den Eindruck eines geschichteten, an der Oberfläche Haare tragenden Cylinderepithels, dessen Haare in die sogenannte Otolithenmembran eindringen. Eine nähere Untersuchung an Isolationspräparaten ergiebt aber einen eigenthümlichen Aufbau dieses Sinnesepithels, das weder den geschichteten, noch den mehrreihigen Epithelien zugerechnet werden kann. Die Fadenzellen (*M. Schultze*) oder Stützzellen (Fig. 1434, *e*) sind ziemlich schmale, fast fadenförmige Elemente, welche mit einer einfachen oder mehrfachen kegelförmigen Verbreiterung auf der Basalmembran mit abgestutzter Basis aufruhen, sich nach einwärts in verschiedener Entfernung von der Basis zu einer kernhaltigen Anschwellung verdicken und dann stark sich verschmälernd bis an die freie Oberfläche des Epithels ziehen, wo sie ihr Ende in einer ziemlich festen Cuticula finden, welche die Isolirung der Zellen sehr erschwert. Die isolirten Fadenzellen erscheinen an Osmiumpräparaten mit ziemlich stark glänzenden Contouren, ihre Kerne mit deutlichen Kernkörperchen; an Schnitten bedingt die Lage der Kerne in verschiedenen Höhen den Anschein von zwei bis vier Schichten. Ein Theil der

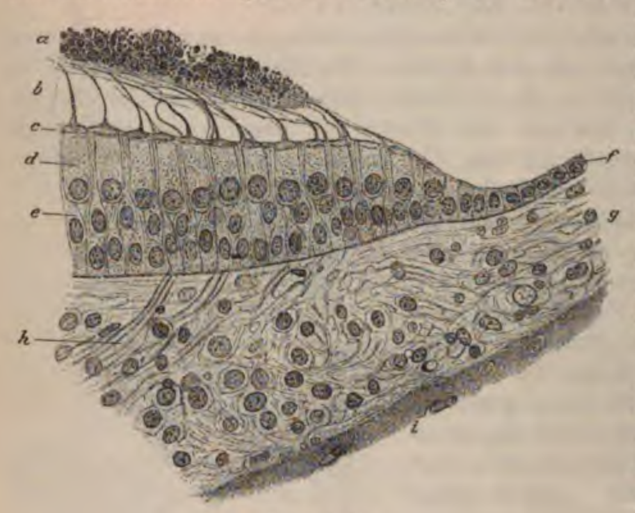


Fig. 1434.

Fig. 1434. Senkrechter Durchschnitt durch den Rand der *Macula sacculi* vom Meerschweinchen. *Flemming*'s Gem., Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 325. *a* Otolithenmembran mit dunkel gefärbtem Rückstand der Otolithen; *b* Haare der Haarzellen in die Unterfläche der Membran einstrahlend; *c* *Cuticula* des Nervenepithels; *d* Haarzellen; *e* Fadenzellen; *f* gewöhnliche Epithelzellen; *g* *Membrana propria*; *h* markhaltige Nervenfasern; *i* Knochen.

Fadenzellen zeigt die kernhaltige Anschwellung dicht an der Basalmembran. Die Haarzellen (Fig. 1434, *d*) haben eine fast cylindrische Form mit unterem, einfach abgerundetem oder gewöhnlich etwas angeschwollenem, den Kern enthaltenden Ende, das nicht an der Basalmembran sondern etwa in der halben Höhe des Epithels gelegen ist. Das untere Ende liegt nicht bei allen Zellen in derselben Höhe und es fliesst daher die Kernregion der Haarzellen mit jener der Fadenzellen an senkrechten Durchschnitten ohne scharfe Grenze zusammen. Das obere, in der Aufsicht kreisförmige (nicht polygonale) Ende der Zelle (Fig. 1435) ist von derselben Cuticula fest umschlossen, in welcher die Enden der Fadenzellen sich verlieren. Aus der freien Fläche der Zelle entspringt, mit kegelförmiger Verbreiterung, ein ziemlich starres Haar (Hörhaar), das *G. Retzius* beim Menschen auf eine Länge von 20—25 μ verfolgen konnte und dessen Verhalten zur Otolithenmembran weiter unten zur Sprache kommen soll. An Osmiumpräparaten lässt sich, wie *Retzius* zeigte, eine Zusammensetzung des Haares aus feineren parallelen Härchen nachweisen. Die Basis des Hörhaares ist ferner, wenigstens bei Fischen, nach *G. Retzius* nicht eigentlich kegelförmig, sondern bandartigquer in einem Durchmesser der Zellenendfläche entspringend und allmählich sich verschmälernd. Die das Hörhaar zusammensetzenden Härchen sind dem entsprechend in der Mitte dieses sich verschmälernden Bandes am längsten, am Rande desselben aber sehr kurz. *Fürst* (in Anat. Anz. 18. Bd., S. 190) sah an Eisenhämatoxylin-Präparaten die Basis des Haares aus einer körnigen Platte, die sich als eine kegelförmige Masse ins Innere der Zelle fortsetzt, entspringen. Doch vergleicht *Fürst* wohl mit Unrecht die Haarzellen mit Flimmerzellen, da es sich um zwei funktionell ganz verschiedene Vorrichtungen handelt und der Nachweis fehlt, dass die Haarzellen aus Flimmerzellen entstanden sind. Zwischen den Haarzellen und den Fadenzellen lässt sich eine feinkörnige Substanz, deren Körnchen sich mit Osmium bräunen, nachweisen, innerhalb welcher die feinsten Nervenverzweigungen gelegen sind. Diese Substanz ist ungemein weich und zart und sie scheint wesentlich die ausserordentlich leichte Veränderlichkeit des



Fig. 1435.

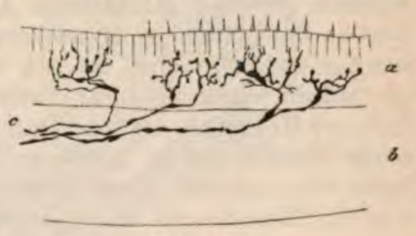


Fig. 1436.

Fig. 1435. Schnitt parallel der Oberfläche von einer *Crista ampullaris* der Katze. Aufsicht auf die oberen Enden der Haarzellen. *Flemming*'s Gem., Hämatoxylin-Eisenlack. Präparat von Dr. *J. Breuer*. Vergr. 600. *a a* Obere Enden der Haarzellen mit abgeschnittenen Haaren; *b Cuticula*.

Fig. 1436. Senkrechter Durchschnitt von einer *Macula acustica* einer neugeborenen Maus. *Golgi*-Präparat nach *G. Retzius*. Vergr. ca. 200. *a* Nervenepithel nur angedeutet; *b* Gegend der *Membrana propria*; *c* drei Nervenfasern mit dendritischen Verzweigungen und Endigungen im Nervenepithel.

Nervenepithels zu bedingen. In dieser Substanz treten sehr leicht Quellungen und Vakuolenbildungen auf und wenn man mit den jetzt gewöhnlichen Fixirungs- und Schnittmethoden arbeitet, erhält man eigenthümliche Trugbilder. Das Epithel erscheint am senkrechten Durchschnitte in exquisiten Fällen wie eine Leiter, deren Backen einerseits die Basalmembran, andererseits die Cuticula an der freien Oberfläche und deren Sprossen die durch Quellung und Vakuolisirung der Zwischensubstanz auseinandergedrängten Stützzellen darstellen. In die Zwischenräume zwischen den Sprossen ragen die an der Cuticula fixirten, oft stark verkürzten Haarzellen mit ihrem unteren abgerundeten Ende frei hinein. An frisch gut fixirten Osmiumpräparaten sieht man solche Bilder ebensowenig, als an ganz frischen Objekten. Die Nerven treten als markhaltige Bündelchen, in der Mitte der *Macula* fast senkrecht, gegen den Rand derselben schräg nach auswärts abbiegend durch die hier ziemlich dicke *Membrana propria* und zeigen noch innerhalb derselben geflechtartige Anordnung. Die Nervenfasern behalten bis dicht an das Epithel ihre Markscheide und treten nun als nackte Achsencylinder zwischen die Fadenzellen, um sich in der feinkörnigen Intercellularsubstanz in ein Geflecht markloser feiner Fasern aufzulösen, das vorzüglich am unteren Ende der Haarzellen sich ausbreitet, dieselben kelchartig dicht umfasst und auch feinste Fädchen abgiebt, welche an die Seitenflächen der Haarzellen mit ihren Enden sich anlegen. Nach diesem Verhalten der Nervenendigung muss man wohl die Haarzellen als die eigentlichen Sinnesepithelzellen ansehen, obwohl ein Kontakt der Fadenzellen mit Nervenenden nicht ausgeschlossen erscheint. Ob die feinkörnige Substanz, welche überall die Nervenverzweigungen begleitet, als indifferente Umhüllung oder als wesentlicher Theil der Nervenendigung zu betrachten ist, muss dahingestellt bleiben. Die Otolithenmembran ist eine 22 μ dicke, gallertartige Haut, welche von den Haaren der Haarzellen getragen oder gehalten wird. Zwischen ihr und der Cuticula des Nervenepithels befindet sich ein etwa 20 μ breiter von Endolymphe erfüllter Raum, durch welchen die Haare frei hindurchgehen, um sich dann in der Otolithenmembran zu verlieren. Eingelagert in die Otolithenmembran ist der sogenannte Gehörsand, *Otoconia* (*Breschet*)

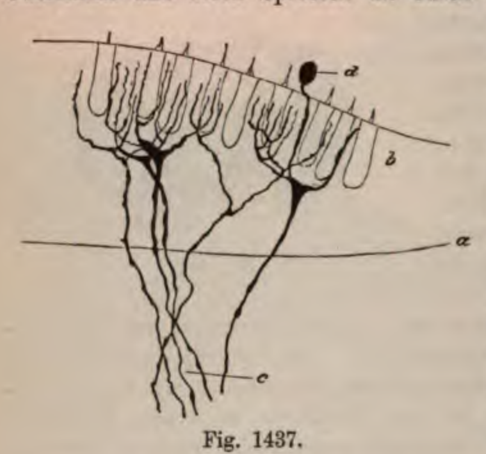


Fig. 1437.


Fig. 1438.

Fig. 1437. Senkrechter Durchschnitt einer *Macula acustica* von einem fast reifen Rattenembryo. *Golgi*-Präparat. Nach *G. Retzius* (Biol. Unters. N. F. 5. Bd.). *a* Untere Epithelgrenze; *b* Haarzellen nur angedeutet; *c* Nervenfasern nach oben ins Epithel eindringend und dort sich verzweigend mit feinen Enden den Haarzellen anliegend; *d* zufällige Imprägnation eines Eiweisstropfens und Trugbild eines Zusammenhanges desselben mit einem Nervenende.

Fig. 1438. Otolithen eines Kalbes. Vergr. 350.

oder die Gehörsteinchen, Otolithen (Fig. 1438), zahllose dicht gedrängte krystallinische Körperchen, welche die frischen *Maculae* für das freie Auge im auffallenden Lichte kreideweiss erscheinen lassen. Die Otolithen bestehen aus Calciumkarbonat und einer organischen Grundlage, welche nach Lösung des Kalkes in Säure zurückbleibt und mit Hämatoxylin sich stark färbt (Fig. 1434).

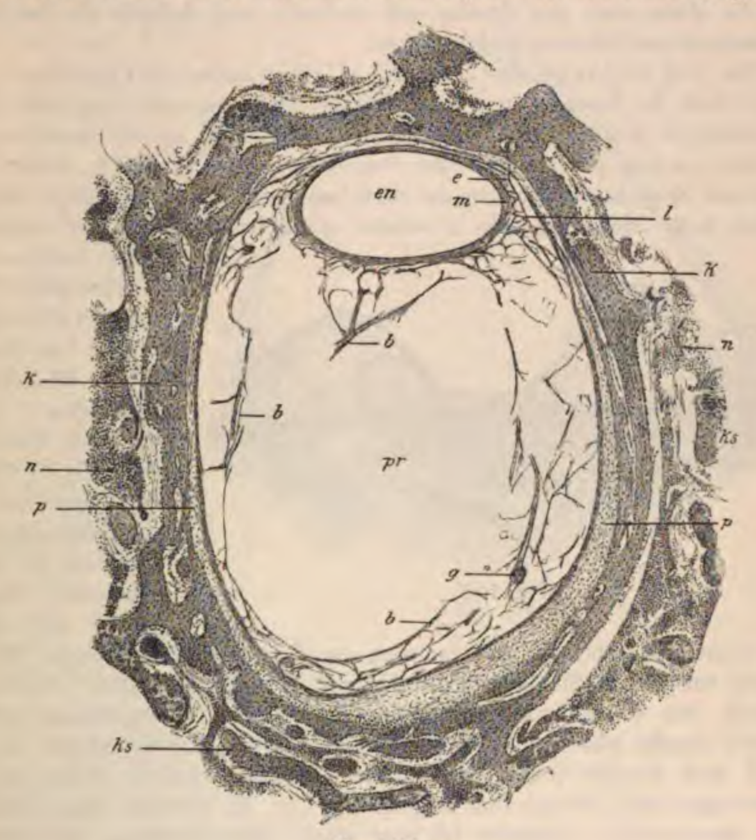


Fig. 1439.

Die Otolithen zeigen gewöhnlich die Form länglicher Sechsecke mit leicht abgerundeten Winkeln; eine genauere Bestimmung der Krystallform ist schwierig, nach *W. Krause* sollen es Aragonitkrystalle sein. Ihre Länge schwankt zwischen 0,9—11 μ und ihre Breite bei den grösseren zwischen 2,2—4,5 μ (*Koelliker*). Nach *Schwalbe* sieht man in den grösseren Krystallen stets ein kleines, vakuolenartiges Kügelchen. Die dem Epithel zugewendete Seite der

Fig. 1439. Querschnitt durch einen äusseren Bogengang des Erwachsenen. *Müller*'s Flüssigk., Salzsäure, Hämatox., Eosin. Vergr. 46. *b* Bindegewebsbälkchen, welche den perilymphatischen Raum durchsetzen; *e* Epithel; *en* endolymphatischer Raum des häutigen Bogenganges; *g* Blutgefäss; *k* Knochen des knöchernen Bogenganges; *ks* Knochenbälkchen der Spongiosa; *l Ligamentum canaliculi*; *m Membrana propria* des häutigen Bogenganges; *n* Knochenmark; *p* Periost; *pr* perilymphatischer Raum des knöchernen Bogenganges.

Otolithenmembran ist von Krystallen frei und erscheint an Schnitten fixirter Präparate wie aus parallel zur Fläche durchflochtenen Fasern gebildet. In dieser streifig faserigen Substanz verlieren sich die Haare der Haarzellen. Nach *J. Breuer* käme die Streifung der Gallertmasse dadurch zu Stande, dass die Haare der Haarzellen in derselben unter rechtwinkliger Umbiegung vom Rande gegen die Mitte noch eine Strecke weit verlaufen und dadurch die Befestigung der Membran am Sinnesepithel bewirken.

Die Bogengänge sind, wie *Koelliker* zuerst bei Embryonen, *Rüdinger* auch bei Erwachsenen feststellte, mit ihrer konvexen Seite dem Periost des knöchernen Kanales dicht angelagert, während sie an der konkaven Seite von einem weiten perilymphatischen Raume umgeben sind (Fig. 1439). Ihre *Membrana propria* ist wie jene der Säckchen beschaffen; doch zeigt die Basalmembran beim Menschen (wie es scheint nicht bei Thieren) fast regelmässig kleine warzen- oder papillenartige Erhebungen (*Rüdinger*), welche von dem, wie in den Säckchen beschaffenen, platten Epithel überzogen sind (Fig. 1440). An der konkaven Seite der Bogengänge finden sich an der sogenannten *Raphe*, welche nach *Hasse* der Verschlussnaht bei der Abschnürung der Bogengangfalte während der Entwicklung entspricht, schmalere, kubische oder cylindrische Zellen. Doch ist zu bemerken, dass bei Embryonen nach der Abschnürung der Bogengänge zunächst von einer *Raphe* nichts zu sehen ist (*Koelliker*, Entwicklgesch. II. Aufl. S. 743) und dieselbe erst später auftritt. Die Ampullen stellen bauchige Erweiterungen am Anfange der Bogengänge dar, an welchen man Dach und Boden unterscheidet. Ersteres ist eine starke Hervorwölbung der konkaven Seite des Bogenganges, auf welche sich auch die *Raphe* fortsetzt. Der Boden der Ampulle ist in der Fortsetzung der konvexen Seite des Bogenganges, in der Mitte durch eine querstehende Furche eingezogen uud nur an den Seitenwänden, welche zum Dache emporsteigen, erweitert. Gegenüber der queren Furche der Aussenseite des Bodens, durch welche die Nervenbündel eindringen, erhebt sich im Innern der Ampulle eine querstehende 0,35 μ hohe und 0,5 mm dicke Leiste, die *Crista ampullaris* (*Crista acustica, M. Schultze*) (Fig. 1441). Sie flacht sich gegen die Seitenwände ab und endet dort mit halbkreisförmiger Fläche, dem *Planum semilunatum* (*Steifensand*). Der Querschnitt der *Crista* erscheint abgerundet (Fig. 1442). Die *Crista* und das *Planum*



Fig. 1440.

Fig. 1440. Senkrechter Durchschnitt der Wand des hinteren Bogenganges einer jungen Frau. *Flemming*'s Gem., entkalkt in Salpetersäure, Hämatox., Eosin. Vergr. 325. *a Membrana propria*; *b* Basalmembran; *c* warzenförmige Vorsprünge derselben; *d* Epithelzellen dieselben überziehend; *e* perilymphatisches Gewebe.

semilunatum sind mit Nervenepithel bedeckt, das im Bau der Epithelzellen mit dem Nervenepithele der *Maculae* in allem Wesentlichen übereinstimmt, aber im Verhalten der Haare der Haarzellen auffallend verschieden ist. Die Haare sind nämlich in der Mitte der *Crista* ganz gerade gegen die Höhlung der Ampulle ausgestreckt und erreichen bei Fischen eine enorme Länge; beim Menschen mindestens 28 μ (*Retzius*). An fixirten Präparaten sind die Haare je mehr gegen das *Planum semilunatum* um so stärker gegen die Mitte geneigt und verlaufen vom *Planum semilunatum* fast horizontal nach einwärts (Fig. 1441). An Querschnitten der *Crista* erscheinen die Haare nur in der Mitte gerade gestreckt, dagegen an beiden Seiten gegen die Mitte geneigt (Fig. 1442), bei Fischen aber divergirend. An fixirten Präparaten stecken ferner die Haare in einer dieselben zusammenhaltenden Substanz, der *Cupula*, von der es jedoch zweifelhaft ist, ob sie im Leben vorhanden ist. Von Otolithen ist — wie gegentheiligen Angaben gegenüber (*Rüdinger* in *Stricker*'s Handb. S. 908, *Böhm* und *Davidoff*, Lehrb. d. Histol. II. Aufl. S. 358) ausdrücklich bemerkt werden muss — an den *Cristae* der Ampullen niemals etwas zu sehen. Das haartragende Nervenepithel macht am Abhange der *Crista* cylindrischen, einreihigen Epithelzellen Platz, unter welchen sich, wie in der Umgebung der *Maculae*, häufig Pigment findet. Das Cylinderepithel geht weiterhin in gewöhnliches Plattenepithel über. Am Rande des *Planum semilunatum* stehen auffallend hohe Cylinderzellen, die gegen das Dach und die Seitenwände ebenfalls bald in ganz flache Plattenzellen übergehen. Bei den Vögeln kommen am Boden der Ampullen zweierlei Epithelzellen vor (*Hasse*); flaschenförmige Pigmentzellen und pigmentlose Bodenzellen. Bei den Säugethieren findet sich im Epithel selbst kein Pigment, wohl aber dicht unter demselben in der

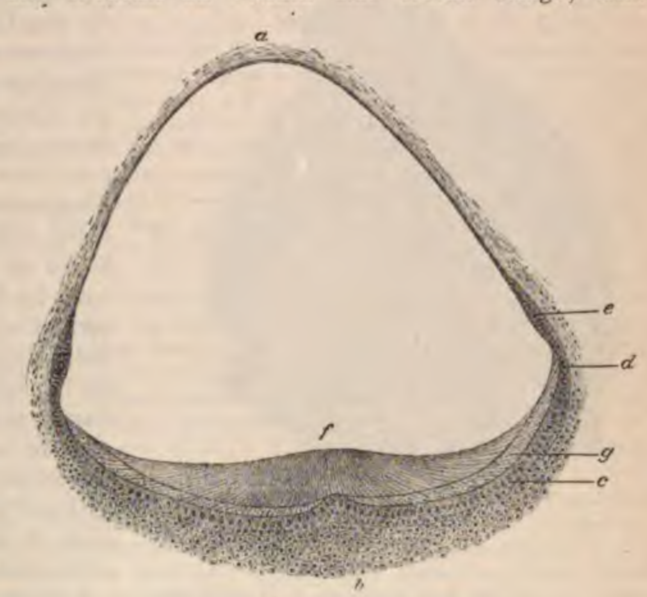


Fig. 1441.

Fig. 1441. Dicker Querschnitt durch die obere Ampulle der Katze mit der Länge nach sichtbarer *Crista ampullaris*. Präparat von Dr. *J. Breuer*. Vergr. 55. *a* Dach, *b* *Crista* der Ampulle; *c* Nervenepithel im optischen Durchschnitte; *d* *Planum semilunatum*; *e* Cylinderepithel über demselben gegen das Dach in Plattenepithel übergehend; *f* *Cupula* mit gegen die Mitte konvergirender Faserung; *g* Zwischenraum zwischen Nervenepithel und *Cupula*, durch welchen die Haare der Haarzellen in die *Cupula* übergehen.

Membrana propria in zwei halbmondförmigen Streifen neben der *Crista.* In den Ampullen der Frösche fand *Löwenthal* (La Cellule et les tissus, Paris 1901, p. 35) Stäbchenepithelzellen jenen der Speichelröhren und der gewundenen Harnkanälchen ähnlich. Die Nerven verhalten sich in allen wesentlichen Punkten wie jene der *Maculae*; die zum Epithel tretenden Bündel durchsetzen die dicke gefässreiche *Membrana propria* in der Mitte der Leiste fast senkrecht und biegen gegen die Abhänge, besonders aber gegen das *Planum semilunatum,* wo die Gefässe spärlicher sind, seitlich ab und verlaufen an letzteren vor dem Eintritte ins Epithel stellenweise fast parallel zur Oberfläche. Die Nervenendigung verhält sich wie jene des Maculaepithels. Die Nervenfasern, welche die *Maculae* und *Cristae* versorgen, stammen, wie es scheint, durchaus von Ganglienzellen der Vorhofsganglien (siehe S. 904). Diese Ganglienzellen gleichen in ihrem feineren Baue jenen der Spinalganglien, doch zeigen sie insofern einen ursprünglicheren Typus, als sie bipolar sind, was in den Spinalganglien der höheren Thiere nur während der Embryonalstadien, nicht aber im ausgebildeten Zustande (siehe II. Bd. S. 41 u. 844) vorkommt. Die centrale Endigung des Vorhofsnerven fand bereits im II. Bande (S. 248) eine eingehende Darstellung.

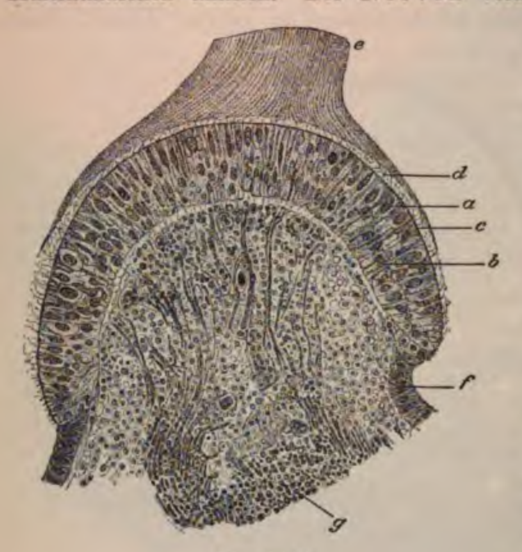


Fig. 1442.

Das Nervenepithel der *Maculae* und der Ampullenleisten ist wegen seiner grossen Empfindlichkeit gegen Reagentien und wegen der sehr rasch eintretenden postmortalen Veränderungen nicht leicht zu untersuchen und haben sich die Ansichten über den Bau desselben erst allmählich geklärt. Die erste eingehende Darstellung gab *M. Schultze* (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1858) von dem Nervenepithel der Ampullen der Plagiostomen. Er unterschied die Cylinderzellen (Haarzellen) und Fadenzellen, glaubte aber noch eine dritte Zellenart als Basalzellen annehmen zu sollen, welche letztere aber später durch *G. Retzius* als Fadenzellen erkannt wurden, deren Kern der Basalmembran aufsitzt. *Hasse* (Zeitschr. f. wiss. Zool. 17. Bd.) unterschied ausser den „Stäbchenzellen" (Haarzellen) „Zahnzellen" oder „Isolationszellen", welche letzteren in einfacher Reihe zwischen den Stäbchenzellen stehen sollten; eine Vorstellung, die vorzüglich durch die an Schnitten von Alkoholpräparaten sichtbaren Bilder begreiflich wird. *G. Retzius* (Gehörorgan der Fische, Stockholm 1872) gab dann eine Darstellung des Epithels, welche in der Hauptsache der oben gegebenen

Fig. 1442. Querschnitt durch eine *Crista ampullaris* des Hundes. *Flemming's* Flüssigk., Eisenhämatoxylin. Vergr. 112. Präparat von Dr. *J. Breuer.* *a* Haarzellen; *b* Fadenzellen des Nervenepithels; *c* *Cuticula* desselben: *d* Zwischenraum, durch welchen die Haare in *e* die *Cupula* eindringen; *f* Cylinderzellen am Abhange der *Crista*; *g* Nervenfasern des *N. ampullaris* zum Theil quergeschnitten, zum Theil der Länge nach als schwarze (markhaltige) Fasern bis an das Nervenepithel herantretend.

entspricht und namentlich den Bau der Hörhaare der Hörzellen (Haarzellen) und die Zugehörigkeit der Basalzellen *Schultze*'s zu den „Stützzellen" (Fadenzellen) feststellte. In einer fast gleichzeitigen Abhandlung über das Nervenepithel der *Cristae* in den Ampullen der Vögel (Ber. d. naturw.-med. Ver. in Innsbruck 1872) hatte ich die *Cuticula* an der Oberfläche des Epithels und die eigenthümliche körnige Substanz zwischen den Epithelzellen als Kittsubstanz beschrieben. — Den von *Hasse* behaupteten direkten Zusammenhang der Haarzellen mit den aus der *Membrana propria* in das Epithel eintretenden Nervenfasern musste ich nach den Befunden an Osmiumpräparaten als Täuschung erklären, konnte aber die Nervenendigung nicht feststellen und nur den Befund *M. Schultze*'s bei den Plagiostomen, dass sich die in das Epithel tretenden Nervenfasern verästeln, bestätigen. Wie *M. Schultze*, *Odenius* und *Retzius* und die meisten späteren Untersucher hatte ich mich mit Bestimmtheit überzeugt, dass die Cylinderzellen ungefähr in der Mitte des Epithels ihr unteres Ende haben und es ist ein offenbarer Rückschritt, wenn neuerdings wieder *Cannieu* (in Journ. de l'anat. et de la physiol. 1899) behauptet, dass alle Zellen durch die ganze Dicke des Epithels reichen. Die *Cuticula* an der Oberfläche des Nervenepithels wurde später von *Pritchard* (in Quart. Journ. of microsc. Science, Vol. 16, 1876) beschrieben und von *O. Kaiser* (Arch. f. Ohrenheilk. 32. Bd.) als „Limitans" bezeichnet, welche nach letzterem Autor eine halsartige Einschnürung der Haarzellen von nur 1,5—2 μ Breite (Kalb, Schaf) unmittelbar unter dem 5,5—9 μ breiten Kopfende bewirken soll. Die Nervenendigung in Form von kelchartig die abgerundeten Enden der Haarzellen umfassenden Gebilden stellte *Retzius* schon vor der Einführung der neueren Methoden an Osmiumpräparaten fest, doch gaben die Untersuchungen mit Hilfe der vitalen Methylenblaufärbung (*Niemack* 1892, *Geberg*, beziehungsweise *Tichow* in Anat. Anz. 8. Bd., S. 22, *R. Krause* 1896) und der Chromsilberimprägnation (*Retzius* 1892, *van Gehuchten*, *Ramón y Cajal* 1892, *v. Lenhossek* 1893 u. A.) erst die volle Sicherheit, dass von einem direkten Zusammenhange der Epithelzellen mit den Nervenfasern keine Rede sein kann und dass die Nervenendigung, wie in den Geschmacksknospen mit freien, den Zellen anliegenden Enden erfolgt. Insbesondere hat *Retzius* durch sehr umfangreiche, speziell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen, trotz gegentheiliger Behauptungen von *H. Ayers* (siehe § 349) unzweifelhaft festgestellt, dass die Haarzellen niemals in Nervenfasern übergehen, somit keine Ganglienzellen sind. Doch bleibt als eigenthümlicher Befund die körnige, intercelluläre Substanz, in der die intraepithelialen Nervengeflechte und -Endigungen liegen und welche sich mit Goldchlorid (*Ebner* l. c.) und bei vitaler Methylenblaufärbung (*Niemack*) stark färbt. Diese Substanz scheint nur zwischen den Füssen der Fadenzellen unmittelbar über der *Membrana propria* zu fehlen und erst dort aufzutreten, wo die Achsencylinder sich zu verästeln beginnen.

Ein schwer verständliches Gebilde ist die von *Lang* (Zeitschr. f. wiss. Zool. 17. Bd., 1863) zuerst als faserige, das Nervenepithel bedeckende Masse, an gehärteten Präparaten beschriebene *Cupula* der Ampullenleisten. Bei kleinen Fischen (Gobius von 12—15 mm Länge) lassen sich die Haare der Haarzellen in den äusseren Ampullen am lebenden Thiere (*F. E. Schultze*, *V. Hensen*) deutlich sehen und als 60 μ lange Gebilde bis weit über die Mitte der Ampulle verfolgen. Von einer *Cupula* sieht man keine Spur. Bei der Scholle verfolgte *Hensen* (Arch. f. Anatom. u. Phys. 1881) die Haare in der geschlossenen Ampulle auf 0,2 mm Länge, ihre wirkliche Länge bestimmte derselbe mit 0,4 mm, beim Frosche mit 0,2 mm. Die Haare sind ungemein veränderlich und verwirren sich leicht und brechen ab. Dies spricht gegen die Präexistenz einer *Cupula*. Ausserdem konnte *Hensen* durch Salpetersäure und durch Alkohol aus den Haaren eine *Cupula* erzeugen und er hält es für sicher, dass dieselbe eine aus den Haaren hervorgehende, durch die Reagentien gerinnende gallertige Substanz, also ein Kunstprodukt ist. Wenn man Ampullen frisch isolirt und dann mit Osmiumsäure behandelt, erhält man keine *Cupula*, wohl aber wenn man das häutige Labyrinth in situ fixirt. Sicher ist, dass die an fixirten Präparaten streifige Struktur der *Cupula* nur von den Haaren der Haarzellen herrührt. Wenn die *Cupula* in vivo überhaupt vorhanden ist, so kann man dieselbe sich nur als eine fast flüssige, in ihrem Lichtbrechungsvermögen von der Endolymphe nicht unterscheidbare Substanz, in welcher die Hörhaare stecken und welche durch Reagentien gerinnt, vorstellen. Für die Präexistenz einer

zusammenhängenden Bindemasse der Haare spricht das relativ grosse Volum der durch Eiweiss fällende Reagentien erzeugten *Cupula*, ferner der zwischen *Cuticula* des Epithels und *Cupula* an fixirten Präparaten vorkommende regelmässige Spaltraum, endlich die eigenthümliche Anordnung der an fixirten Präparaten nicht gerade gestreckten, sondern von der Seite gegen die Mitte regelmässig konvergirenden Haare (Fig. 1441). Doch muss zugegeben werden, dass dies keineswegs überzeugende Beweise gegen die von *Hensen* behauptete künstliche Entstehung der *Cupula* sind. Auch *G. Retzius* stellte sich in seinem grossen Werke zuletzt insoweit auf die Seite *Hensen*'s, als er nur mehr eine gallertige, strukturlose Substanz zwischen den langen Haaren annimmt und *Hasse* (Arch. f. Ohrenheilk. 21. Bd., S. 317) wurde in seiner früheren Meinung von der Präexistenz einer faserigen *Cupula* schwankend.

Das im häutigen Vorhofe vorkommende Pigment (Melanin) ist bei den Säugethieren vorzüglich in ästigen Zellen, unmittelbar unter dem Epithel besonders in der Umgebung der Nervenendstellen aber auch an anderen Stellen, zum Theil auch in den Bindegewebssträngen, welche den perilymphatischen Raum durchsetzen und an der Innenfläche des Periostes zu finden. Eine genaue Darstellung der Verbreitung des Labyrinthpigments gab *G. Alexander* (Arch. f. mikrosk. Anat. 58. Bd.).

Ueber die physiologische Bedeutung der Säckchen und des Bogenapparates ist vom anatomischen Standpunkte zunächst hervorzuheben, dass die einheitliche Entstehung und der bleibende Zusammenhang aller Theile des häutigen Labyrinthes für eine gemeinsame Funktion derselben spricht. Diese gemeinsame Funktion wurde in der Empfindung von Tönen und Geräuschen gesucht. Die Einrichtungen des äusseren und mittleren Ohres, das Trommelfell mit den Gehörknöchelchen oder der bei den meisten Sauropsiden und Amphibien statt der Reihe der Gehörknöchelchen allein vorhandenen Steigbügel (*Columella*) sind zweifellos bestimmt, Schallwellen auf die perilymphatische Flüssigkeit zu übertragen und die in dieser Flüssigkeit erregten Stösse können auch die Säckchen und die Bogengänge nicht unberührt lassen. Frägt man aber im Einzelnen, wozu die mehrfachen Nervenendstellen mit ihrem verschiedenen Baue bestimmt sind, so kann wohl mit Zuversicht angenommen werden, dass die Schnecke ein zur Tonempfindung geeigneter Sinnesapparat ist, während dies für die Nervenendstellen des Vorhofsnerven nicht in gleichem Maasse gilt. Den Fischen fehlt eine, der Schnecke der höheren Thiere entsprechende Einrichtung, dagegen besitzen dieselben nebst dem Bogenapparate mit den, wie bei anderen Wirbelthieren eingerichteten Ampullenleisten, drei Nervenendstellen mit Otolithen, die bei den Knochenfischen grosse einheitliche Steine sind und im *Utriculus*, *Sacculus* und der *Lagena* ihre Lage haben. Dazu kommt noch eine Nervenendstelle besonderer Art, die *Macula neglecta*, welche keinen Otolithen und, wie es scheint auch keine hautartige Bedeckung (*Membrana tectoria*) trägt, und dadurch mehr an das Nervenepithel der Ampullenleisten erinnert. Die *Macula neglecta* kann nach den späteren Untersuchungen von *Retzius* nicht, wie er anfänglich glaubte, als Rudiment einer Schnecke betrachtet werden, sondern sie ist eine ganz selbständige Nervenendstelle. Die Frage, ob Otolithenapparate und Bogengänge ohne Schnecke Gehörsempfindungen vermitteln können, scheint daher leicht durch die Antwort auf die Frage lösbar, ob die Fische hören? Darüber schien bis vor Kurzem kein Zweifel zu herrschen, da es ein alter Brauch ist, die Fische in Fischteichen durch Läuten mit einer Glocke heran zu locken. Allein die Meinung, dass Teichfische eine Glocke hören, hat sich durch die Versuche von *Kreidl* (*Pflüger*'s Arch. 63. Bd.) als ein Irrthum herausgestellt und andere Untersuchungen von *Kreidl* an Goldfischen (l. c. 61. Bd.) ergaben, dass diese Fische wohl auf Erschütterungen des Wassers durch Knall einer Pistole oder Klatschen mit den Händen nicht aber auf Töne und Klänge, die in der Luft oder im Wasser erzeugt werden reagiren; auch dann nicht, wenn die Reflexerregbarkeit durch Strychninvergiftung abnorm erhöht wurde. Die Reaktion auf Knall zeigten aber auch Fische, welchen die Labyrinthe operativ entfernt wurden. Die Ergebnisse der Versuche *Kreidl*'s scheinen zu dem Schlusse zu berechtigen, dass die Goldfische nicht nur stumm, sondern auch taub sind.

Allein ganz zweifellos richtig ist dieser Schluss deswegen nicht, weil durch das Ausbleiben eines Reflexes nicht sicher die Abwesenheit einer Gehörempfindung erwiesen ist und ferner bei dem Eintreten von Reaktionen auf Knall und erschütternde Geräusche

immerhin die Möglichkeit offen bleibt, dass neben der Erregung anderer Sinnesorgane auch eine Gehörempfindung einhergeht. Die Goldfische sind, wie alle Cyprinoiden und viele andere Knochenfische mit einem Apparate ausgestattet, der aus beweglichen Knöchelchen besteht, welche das Labyrinth mit der Wand der Schwimmblase in Verbindung setzen. Wenn auch dieser Gehörknöchelchenapparat, der aus Wirbel- und Rippentheilen sich entwickelt, morphologisch mit den Gehörknöchelchen der Sauropsiden und Säuger gar nichts zu thun hat, so ist man doch seit den Untersuchungen *E. H. Weber*'s stets geneigt gewesen, demselben eine schallleitende Funktion zuzuschreiben und es dürfte schwer sein, eine wahrscheinlichere Erklärung der funktionellen Bedeutung dieser Einrichtungen zu geben. Ferner verdient noch bemerkt zu werden, dass, wenn auch die Goldfische stumm sind, dies durchaus nicht für alle Knochenfische gilt und viele derselben auffallende Geräusche hervorbringen (*Trigla, Sciaena* u. s. w.). Geht man nun auf den feineren anatomischen Bau der Otolithenapparate ein, so kann man wohl nicht bezweifeln, dass Erschütterungen der Perilymphe sich auch auf die Endolymphe und die Otolithen übertragen müssen und dadurch die Haarzellen erregt werden können. Es ist aber zuzugeben, dass auf den Hörhaaren ruhende Steine ebenso, wie mit Gehörsand besetzte Membranen wenig geeignet erscheinen Ton- und Klangempfindungen zu vermitteln. *J. Breuer* ist der Meinung, dass Verschiebungen der Otolithen Empfindungen anderer Art auslösen. Otolithenapparate, d. h. Bläschen, welche in unelastischen Wänden eingeschlossen auf einer haartragenden Nervenendstelle einen Otolithen oder mehrere solche besitzen (Otocysten), sind bei wirbellosen Thieren weit verbreitet. *Yves Delage, Viguer, Chun, Verworn, Th. Beer* u. A. haben bei Cephalopoden, Crustaceen und Ctenophoren nach Zerstörung der Otocysten den Verlust der Gleichgewichtsstellung beobachtet und *Loeb, Kreidl, Lee, Bethe* u. A. konnten bei Haifischen und Knochenfischen nach Zerstörung des Labyrinths Desorientirung im Wasser, häufiges Schwimmen auf dem Rücken oder Liegen auf demselben, ähnlich wie *Breuer* bei ebenso operirten Fröschen, beobachten. *J. Breuer* sprach gleichzeitig mit *E. Mach* (1874) die Ansicht aus, dass die Otolithenapparate Empfindungen bei Progressivbewegungen vermitteln können. In einer späteren Arbeit hat *Breuer* (siehe S. 905) diese Ansicht genauer, z. Th. auf anatomische Thatsachen gestützt, begründet. Er fand, dass bei Fischen und bei Vögeln die drei Otolithenapparate in drei aufeinander senkrechten Richtungen im Raume orientirt sind und zwar sind die Otolithen beim Hechte so befestigt, dass jener des *Utriculus* in horizontaler Ebene, jener des *Sacculus* nur in der Längsrichtung, jener der *Lagena* nur in der Vertikalrichtung des Kopfes hin und her gleiten kann. Die Gleitrichtung der Otolithen des *Sacculus* und der *Lagena* ist dadurch bestimmt, dass sich an der Unterseite des Steines eine tiefe Furche befindet, in der die gelatinöse Deckmembran liegt, welche die horizontal umgebogenen Haare der Haarzellen aufnimmt und mittelst einer mehr homogenen, an Schnitten fixirter Objekte von grossen Vakuolen durchsetzten Substanz am Gehörsteine befestigt ist. Der Otolith des *Utriculus* zeigt keine Furche, sondern erscheint abgeflacht; seine Gleitrichtung ist daher nicht so bestimmt, wie bei den beiden anderen Otolithen. Bei Vögeln (Meisen, Finken) konnte *Breuer* ebenfalls feststellen, dass die drei *Maculae* in drei zu einander senkrechten Ebenen und zwar in denselben, wie die Bogengänge gelagert sind. Die *M. utriculi* in der Ebene des horizontalen, die *M. sacculi* in der Ebene des hinteren (sagittalen) und die *M. lagenae* in der Ebene des oberen (frontalen) Bogenganges. *M. utriculi* und namentlich die *M. lagenae* sind gekrümmt, während dies bei den *M. sacculi* nicht der Fall ist. Die Gleitrichtung der Otolithenplatte ist dadurch für den *Utriculus* eine frontal-horizontale, für die *Lagena* schräg nach abwärts von aussen-hinten nach unten-innen-vorne und umgekehrt. Dass auch bei den Säugethieren die Otolithenplatten in zwei auf einander senkrechten Richtungen orientirt sind, wurde bereits oben bemerkt; es ist nur noch beizufügen, dass nach *Breuer*, wie er aus den Krümmungen der *Maculae* an Durchschnitten — allerdings für den *Utriculus* nur vermuthungsweise wegen möglicher Deformationen durch die Präparation — schliesst, für die Otolithenplatte des *Sacculus* eine vertikale, für jene des *Utriculus* eine in horizontaler Ebene von lateral-hinten nach medial-vorn gerichtete Gleitrichtung vorhanden ist. Da die Gleitrichtungen der beiden *Utriculi* zu einander senkrecht stehen, würden bei Berücksichtigung beider Labyrinthe auch für die Säugethiere und den Menschen drei aufeinander senkrechte Gleitrichtungen der Otolithenplatten

vorhanden sein. Bezüglich der von *Breuer* angenommenen Horizontalebene muss noch bemerkt werden, dass dieselbe der Ebene entspricht, welche senkrecht zur Symmetrieebene des Schädels (sagittale Medianebene) in der Richtung des *Clivus* des Hinterhauptbeines gelegt wird.

Die Vorstellung *Breuer's* ist nun die, dass die Otolithenapparate durch Druck und Zug an den Haaren des Nervenepithels dieses erregen, was mit den histologischen Thatsachen vereinbar ist. Diese Erregung muss bei Neigungen des Kopfes nach der wirksamen Komponente der Schwerkraft sich ändern, je nachdem der Druck der Otolithenplatte senkrecht oder in einem Winkel zur Richtung der Sinneshaare erfolgt. Da die Otolithenapparate in drei aufeinander senkrechten Verschiebungsrichtungen orientirt sind, so wird bei jeder Stellung des Kopfes eine andere Kombination von Erregungen zur Wirkung kommen. Was für die Schwerkraft gilt, lässt sich auch für andere geradlinige Beschleunigungen beziehungsweise Bewegungen übertragen und es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei den Fischen und Vögeln, bei welchen ein Organ zur Wahrnehmung passiver Bewegungen in Luft und Wasser viel wichtiger ist, als für die auf der Erde sich bewegenden Säugethiere, die weit besser ausgebildeten Otolithenapparate in dieser Richtung besonders leistungsfähig sind.

Was nun die *Cristae* der Bogengänge betrifft, so nehmen *Mach*, *Breuer*, *Kreidl* u. A. an, dass sie durch Winkelbeschleunigungen — Drehungen — erregt werden und dass die reflektorische Raddrehung des *Bulbus*, welche bei normalen Menschen, nicht aber bei vielen Taubstummen bei Carousselbewegungen auftritt, von den Bogengängen ausgehe. Ebenso wird der Schwindel, der bei solcher Bewegung auftritt und der ebenfalls bei vielen Taubstummen fehlt, auf die Bogengänge bezogen. Die histologischen Befunde sprechen jedenfalls dafür, dass die frei in die Lichtung der Ampullen ausgestreckten Haare — mag eine *Cupula* im Leben vorhanden sein oder nicht — andere Erregungen vermitteln, als die Otolithenplatten. Von histologischem Standpunkte ist nichts gegen die Vorstellung einzuwenden, dass die in den Ampullen wie eine querliegende Falte aufragenden Ampullenhaare und durch diese die Haarzellen beim Andrängen der Endolymphe gegen die ersteren erregt werden können und die drei aufeinander fast senkrechten Bogengänge in beiden Labyrinthen sind wohl geeignet je nach der Richtung und Geschwindigkeit der Winkelbeschleunigung verschiedene Kombinationen von Erregungen zu bewirken. Doch sollte man erwarten, dass sowohl die Bogengänge als die Otolithensäcke völlig aus dem Bereiche der Erschütterungen der Labyrinthflüssigkeiten durch Schallimpulse von Seite des Trommelfell- und Gehörknöchelchenapparates herausgerückt wären, wenn sie rein statischen Funktionen zu dienen hätten und ebenso scheint die grosse prinzipielle Aehnlichkeit des Sinnesepithels der *Maculae* und Ampullen mit jenem der Schnecke, namentlich wenn man die Schnecke der Vögel vergleicht, gegen die Annahme zu sprechen, dass diese Apparate mit den Gehörsempfindungen gar nichts zu thun haben sollen. Ausserdem ist nicht zu vergessen, dass manche Wirbelthiere, welche sicher Schallempfindungen haben, wie der Frosch, eine im Vergleiche zu dem übrigen Gehörapparate ganz rudimentäre Schnecke besitzen. Kein Histologe wird die grosse prinzipielle Uebereinstimmung des Baues der *Maculae* und *Cristae* mit dem Sinnesepithel der Gehörschnecke übersehen können, und wenn er damit alle anderen bekannten Sinnesorgane vergleicht, die relativ bedeutendere Verschiedenheit derselben von den unter sich viel ähnlicheren Nervenendstellen des Gehörorganes leugnen wollen. Dazu kommen noch zahlreiche biologische Thatsachen, welche die Otocysten und sogenannten Hörhaare wirbelloser Thiere betreffen, auf die hier einzugehen zu weit führen würde.

So ist es begreiflich, dass einer der genauesten Kenner des Gehörorganes, welcher die anatomischen, histologischen, vergleichend-anatomischen und biologischen Thatsachen ebenso beherrscht, wie die physiologisch-physikalischen: *Victor Hensen* trotz aller in den letzten Decennien zu Gunsten der statischen Funktionen der Otolithen- und Ampullenapparate vorgebrachten Erfahrungen daran festhält, dass diese Nervenendstellen an der Gehörfunktion betheiligt sind. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen und nach den erwähnten physiologischen Erfahrungen auch nicht zu bezweifeln, dass die Nervenendstellen des Gehörlabyrinths gleichzeitig als besonders bedeutungsvolle reflektorische Apparate zur Erhaltung des Gleichgewichtes und zur Orientirung im Raume anzusehen

sind, in welchem Sinne aber auch die sensiblen Endapparate in den Muskeln, in der Haut und ganz besonders auch das Auge in Betracht kommen. Wer jemals, in einen Abgrund blickend, von Augenschwindel erfasst, die Herrschaft über seine willkürlichen Muskeln verlor, wird nicht bestreiten, dass ein Sinnesorgan ausser seiner gewöhnlichen Funktion, auch weitgehende reflektorische Wirkungen auf den motorischen Apparat ausüben kann. Die Litteratur über die nicht akustische Funktion des inneren Ohres in chronologischer Reihenfolge hat *L. W. Stern* (in Arch. f. Ohrenheilk. 1895, 39. Bd., S. 248) eingehend besprochen.

§ 347.

Schnecke und Schneckengang.

Der von der Perilymphe erfüllte Raum der knöchernen Schnecke enthält ausser den zwei bekannten Treppen noch einen mittleren engen Raum, den eigentlichen Schneckengang, *Ductus cochlearis* von *Reissner*, welcher zwischen der *Lamina basilaris* (*L. spiralis membranacea*, *Membrana basilaris*, *Claudius*) und einer besonderen, auf der Seite der *Scala vestibuli* befindlichen, von *Reissner* zuerst gesehenen Haut, der *Membrana vestibularis* (*Henle*, *Reissner*'sche Haut *Koelliker*) seine Lage hat. Dieser *Ductus cochlearis*, welcher der wesentlichste Theil der Schnecke ist und in der an die *Scala tympani* angrenzenden Wand die Nervenendigungen trägt, endet wie *Hensen* zuerst gesehen und *Reichert* bestätigt hat, an beiden Enden blind. Der Vorhofsblindsack (*Reichert*), *Caecum vestibulare*, liegt im Bereiche des Vorhofes und steht durch den dicht vor dem blinden Ende aus seiner vestibulären Wand (der *Reissner*'schen Membran) nach oben ziehenden *Ductus reuniens* (*Hensen*), von 0,7 mm Länge und (entleert) von 0,22 mm Weite, mit dem *Sacculus* (Fig. 1430, *g*) in offener Verbindung (*Hensen*). Das andere Ende oder der Kuppelblindsack, *Caecum cupulare* des *Ductus cochlearis* liegt in der letzten halben Windung der Schnecke und füllt mit seinem Schlussstücke den Endraum dieser Windung vollkommen aus (*Reichert*). Die *Scala vestibuli* und *tympani* sind, abgesehen von den Theilen, die an die Wände des *Ductus cochlearis* grenzen, von einem hie und da leicht gefärbten Perioste ausgekleidet, das ganz dem des Vorhofes gleichgebaut ist und auch die *Lamina spiralis ossea* überzieht, hier jedoch zum Theil eigenthümlich umgewandelt ist. Ein Endothel von zarten, platten,



Fig. 1443.

Fig. 1443. Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines älteren Kalbsembryo, deren Gehäuse mit Ausnahme einer kleinen knorpeligen Stelle schon verknöchert war, während die Spindel und Spirallamelle noch häutig waren. In allen Windungen ist der *Ductus cochlearis* sichtbar, dessen Höhe in der mittleren Windung 0,56 mm, die Breite 0,59 mm betrug. Auch ist zu bemerken, dass der Schnitt in der Kuppel seitlich neben dem Spindelblatte vorbeiging. Im *Ductus cochlearis* sind der *Limbus laminae spiralis* und die zwei Epithelialwülste auf der *Lamina basilaris* sichtbar. Vergr. 6 mal. Breite der Schnecke an der Basis 8,26 mm, Höhe derselben 4,95 mm.

vieleckigen, 15—20 μ grossen, bei Thieren häufig bräunlich gefärbten Zellen bedeckt diese Beinhaut, fehlt jedoch, wie es scheint, beständig an der tympanalen Seite der *Lamina basilaris.*

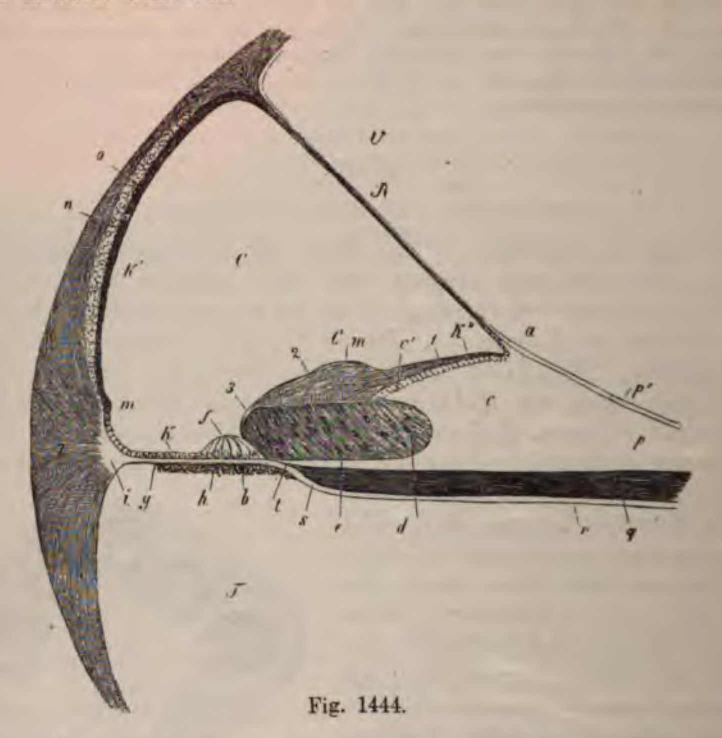


Fig. 1444.

Fig. 1444. *Ductus cochlearis* mit den angrenzenden Theilen von der in Fig. 1443 dargestellten Schnecke. Vergr. 100. *C Ductus cochlearis* (embryonaler Schneckengang); *V Scala vestibuli*; *T Scala tympani*; *R Reissner*'sche Haut; *a* Anfang derselben an einem Vorsprunge des *Limbus laminae spiralis c*; *b* Bindesubstanzschicht mit dem *Vas spirale internum* unten an der *Lamina basilaris*; *c' Labium superius sulci spiralis* mit den Gehörzähnen; *d Sulcus spiralis* mit dickem Epithel, das bis zum *Corti*'schen, hier noch nicht ausgebildeten Organe *f* sich erstreckt; *e Habenula perforata* oder *Labium inferius sulci spiralis*; *Cm Membrana tectoria* (*Cortii*). 1. Innerer dünnerer Theil derselben; 2. dicker mittlerer Theil; 3. dünnes äusseres Ende; *g Zona pectinata*; *h Habenula tecta* (*Habenula arcuata Deiters*); *k* Epithel der *Zona pectinata*; *k'* der äusseren Wand des *Ductus cochlearis*; *k''* des *Limbus l. spiralis* oder der *Habenula sulcata*, zum Theil in den Furchen derselben gelegen und auf die *Reissner*'sche Haut übergehend; *l Lig. spirale*; *i* heller Verbindungstheil desselben mit der *Zona pectinata*; *m Prominentia spiralis* des *Lig. spirale*; *n* zellenreiche Platte; *o Stria vascularis*; *p* Periost der *Lamina spiralis*, später in der Tiefe verknöchernd; *p'* helle äusserste Schicht derselben auf die *Reissner*'sche Haut und das Periost der *Scala vestibuli* übergehend; (Das Endothel auf der Seite der *Scala vestibuli* wurde in diesem Falle nicht gesehen.) *q* ein Bündel des Schneckennerven; *s* Stelle, wo die dunkelrandigen Fasern aufhören; *t* blasse Fortsetzungen derselben in den Kanälen der *Habenula perforata*; *r* Periost der *Lamina spiralis* auf der Seite der *Scala tympani*, in einen Theil der tympanalen Wand des *Ductus cochlearis* sich fortsetzend. (Diese Figur stammt aus der 3. Aufl. (1863) d. Handb. Abgesehen von dem steilen Abfall des Epithelwulstes des *Sulcus spiralis* zum *Corti*'schen Organe und dem äusseren Ende der *Membrana tectoria*, worüber Fig. 1445 zu vergleichen ist, sind die Verhältnisse richtig dargestellt.)

Was nun die Anordnung der Theile im Allgemeinen betrifft, sei zunächst auf die Figuren 1443 und 1444 verwiesen und bemerkt, dass bei der Beschreibung die Spitze der Schnecke oben, die Basis unten, die radiäre Richtung gegen die Spindel als innen, die radiäre Richtung gegen die Wand als aussen gedacht und die dem Verlaufe des Schneckenganges parallele Richtung als spiral bezeichnet wird. Die erwähnten Figuren zeigen erstens die eigenthümliche Gestalt der drei Räume in der Schnecke, so wie dass der früher nicht bekannte Schneckengang einen Theil des Raumes einnimmt, der der *Scala vestibuli* zugeschrieben wurde. Der verwickeltste Theil des Ganzen ist die zum Theil knöcherne, zum Theil häutige Scheidewand, welche die *Scala tympani* von der *Scala vestibuli* trennt. Früher, als man die vestibulare Wand des *Ductus cochlearis* nicht kannte, bezeichnete man dieses *Septum* als *Lamina spiralis* und unterschied an derselben einen knöchernen und einen häutigen Theil (*Zona ossea* und *Zona membranacea laminae spiralis*), jetzt wo der eigentliche Schneckengang bekannt geworden ist und als wesentlichster Theil der Schnecke sich herausgestellt hat, ist diese Eintheilung nicht mehr möglich, um so mehr als die Verknöcherung in den verschiedenen Theilen der Schnecke verschieden weit, zum Theil bis in den Bereich des *Ductus cochlearis* sich erstreckt und erscheint es zweckmässiger, den Schneckengang für sich zu betrachten und die einfache Scheidewand zwischen beiden Treppen als *Lamina spiralis* zu bezeichnen. An dem Schneckenkanal unterscheidet *Koelliker* die tympanale Wand (*Lamina spiralis membranacea Corti*), die vestibuläre Wand oder die *Membrana Reissneri* und die äussere dem Knochen anliegende Wand. Die tympanale Wand zeigt als Fortsetzung der *Lamina spiralis* zunächst eine Verdickung, den *Limbus laminae spiralis* (*Henle*) (*c*, *c'*, *r*, *e*), der wesentlich der vestibulären Seite angehört (*Crista spiralis Waldeyer*) und mit zwei eine Furche (*d*), den *Sulcus spiralis* (*Huschke*), begrenzenden Lippen ausgeht. Die obere Lippe (*c*), das *Labium vestibulare* (*Huschke*) oder die *Habenula sulcata* (*Corti*), endet mit einem scharfen in einzelne zahnartige Gebilde, die Gehörzähne (Zähne der ersten Reihe, *Corti*) gespaltenen Rande (*c'*), der Gehörleiste, *Crista acustica* (*Huschke*). Die untere Lippe (*e*), das *Labium tympanicum* (*Huschke*) oder die *Habenula perforata Koelliker*, setzt sich nach einem weiteren Verlaufe, da wo das gleich zu beschreibende *Corti*'sche Organ beginnt und die Enden des *Nervus cochleae* in den *Ductus cochlearis* treten (*t*), in den äusseren dünneren Theil der tympanalen Wand des Schneckenganges oder die *Lamina* (*Membrana*) *basilaris* (*Claudius*) (*b*, *g*) fort, welche bis zur äusseren Wand des Schneckenganges reicht und dort mit einer starken Fasermasse (*l*), dem *Ligamentum spirale* (*Koelliker*) zusammenhängt, das einerseits der *Scala tympani* zugewendet ist, andererseits die äussere Wand des Schneckenkanales bilden hilft.

Es erübrigt nun noch, der zwei anderen Wandungen des *Ductus cochlearis* zu gedenken. Die *Membrana vestibularis* (*R*) ist eine dünne bindegewebige Membran, die am inneren Ende des *Labium vestibulare* des *Sulcus spiralis* beginnt, an einer Stelle, die bei manchen Thieren, nicht aber beim Menschen durch eine kleine Leiste bezeichnet ist. Von da geht die Membran straff gespannt in schiefer Richtung gegen die äussere Wand der Schnecke, um mit dem Perioste derselben sich zu verbinden. Die äussere Wand des Schneckenganges

endlich wird einfach von dem Perioste der betreffenden Stelle der Schnecke gebildet, zeigt jedoch einige Eigenthümlichkeiten, und zwar 1. einen leistenartigen Vorsprung, die *Prominentia spiralis* (*m*), ungefähr in der Höhe der *Habenula sulcata*, 2. eine dichtfaserige, zellenreiche Platte (*n*) höher oben, und 3. einen gefässreichen Streifen, *Stria vascularis* (*o*) nach innen davon.

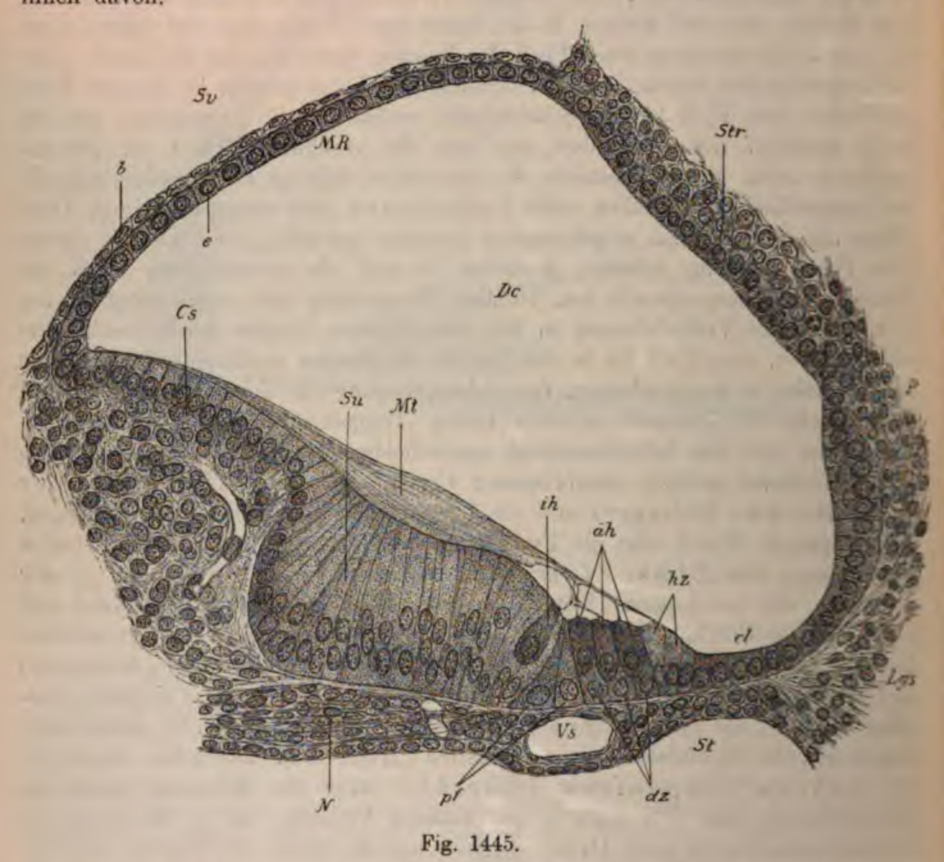


Fig. 1445.

Das ganze Innere des Schneckenkanales ist von einem Epithel ausgekleidet, welches im Allgemeinen ein einfaches Pflasterepithel ist, an der Stelle der Nervenausbreitung dagegen eine ganz eigenthümliche Entwicklung zeigt, die als *Organon spirale*, *Corti*'sches Organ oder *Papilla spiralis* (*Huschke*)

Fig. 1445. Senkrechter Durchschnitt einer mittleren Schneckenwindung vom 2 cm langen Fledermausembryo (*Vespertilio murinus*). *Flemming*'s Gemisch. Vergr. 325. *Cs Limbus* (*Crista*) *spiralis*; *Dc Ductus cochlearis*; *Lgs Ligamentum spirale*; *MR Membrana vestibularis Reissneri*; *Mt Membrana tectoria* (*Cortii*); *N* Nervenbündel; *P* Periost der äusseren Schneckenwand; *St Scala tympani*; *Str Stria vascularis*; *Su* Epithel des *Sulcus spiralis* (*Organon Koellikeri*); *Sv Scala vestibuli*; *Vs Vas spirale*; *äh* äussere Haarzellen; *b* Bindegewebsschicht der *M. vestibularis Reissneri*; *cl Claudius*'sche Zellen; *dz Deiters*'sche Zellen; *e* Epithel der *M. vestibularis Reissneri*; *hz Hensen*'sche Zellen; *ih* innere Haarzellen; *ih—hz Corti*'sches Organ; *pf* Pfeilerzellen.

bezeichnet wird (Fig. 1446). Hier finden sich dicht nach aussen an dem *Labium tympanicum* des *Sulcus spiralis* eigenthümlich gestaltete Epithelzellen von äusserst zierlicher Anordnung, die beim Embryo noch dicht aneinander liegen (Fig. 1445), später aber an bestimmten Stellen weite Intercellularräume zeigen (Fig. 1446). Diese Epithelzellen sind 1. die inneren und äusseren Pfeiler oder Gehörstäbchen (*Bacilli acustici*) (Fig. 1445, *pf*), die in der ausgebildeten Schnecke zusammen einen fast durch den ganzen Schneckenkanal sich erstreckenden Steg, die *Corti*'schen Bögen, bilden, 2. die Haarzellen, von denen eine Reihe (Fig. 1445, *ih*) an den inneren Pfeilern, drei andere Reihen (*äh*) aber nach aussen von den äusseren Pfeilern ihre Lage haben, 3. endlich drei Reihen Stützzellen, die *Deiters*'schen Zellen (*dz*), je nach aussen von den obengenannten. Hierzu kommt endlich noch eine dem Epithel aufliegende *Cuticula*, die *Membrana tectoria* oder *Corti*'sche Haut (Fig. 1445, *Mt*), welche dem *Labium vestibulare* des *Sulcus spiralis* und, beim Embryo, dem Epithel im *Sulcus* selbst aufliegt und mit einer zweiten den äusseren Theil des *Organon spirale* deckenden Membran, der *Lamina reticularis* (*Koelliker*) unmittelbar zusammenhängt.

Nach dieser allgemeinen Schilderung der in histologischer Beziehung wichtigen Theile der Schnecke, ist zunächst der Schneckengang in seinem Verhältnisse zur Umgebung noch näher zu betrachten.

Die *Lamina spiralis* (*Koelliker*) fällt so ziemlich mit der *Zona ossea laminae spiralis* der Früheren zusammen und stellt die Scheidewand der beiden Treppen nach innen vom *Ductus cochlearis* dar. Dieselbe besteht aus zwei Beinhautlagen und aus dem knöchernen Spiralblatte (*Lamina spiralis ossea*), welches jedoch in der ersten und zweiten Windung der Schnecke auch noch in die tympanale Wand des *Ductus cochlearis* eindringt. Diese *Lamina spiralis ossea* wird von zwei dünnen, durch feine Bälkchen verbundenen Knochenlamellen gebildet, zwischen welchen die Ausbreitung der Schneckennerven enthalten ist. Ein grösserer kanalartiger Raum an der Grenze der Spindel (*Modiolus*) und der Spirallamelle, der *Canalis spiralis modioli* (*Rosenthal*) enthält das *Ganglion spirale* des Nerven. Die Breite der *L. spiralis ossea* ist bei Thieren (Hund, Katze) nach *Corti* in der ersten Windung 1,5 bis 1,8 mm, am Beginne des *Hamulus* mit dem sie endet nur noch 0,45 mm, die Dicke 0,45 mm an ihrem Abgange vom *Modiolus*, am freien Rande 13—15 μ. Beim Menschen giebt *Henle* die Breite an denselben Stellen zu 1,2 mm und 0,5 mm an, die Dicke beträgt nach ihm unten in der Schnecke 0,3 mm, oben 0,15 mm. Die Länge der ganzen Lamelle ist nach *Corti* bei Thieren 21,37—23,60 mm.

Der Schneckengang liegt in dem äusseren Theile des Raumes der knöchernen Schnecke an der Aussenwand derselben und trennt hier, wenn man will, die *Scala tympani* und *vestibuli*, doch ist seine Lage so, dass er mehr dem Bereiche der *Scala vestibuli* angehört, indem seine tympanale Wand oder die *Lam. spiralis membranacea* (*Corti*) in einer Ebene mit der *Lamina spiralis ossea* liegt. Die Weite dieses Ganges ist in allen Windungen der Schnecke, abgesehen von seinem Anfange und Ende (*Reichert*), ungefähr dieselbe (*Koelliker, Reichert*), nach *Middendorp* jedoch von unten nach oben ganz allmählich abnehmend. Der Querschnitt des Schneckenganges ändert

aber von unten nach oben allmählich seine Form (Fig. 1446 u. 1447). In den unteren Windungen ist er deutlich dreieckig und die *Membrana vestibularis* bildet mit dem *Limbus l. spiralis* einen Winkel von 45°. Gegen die Spitzenwindung flacht sich der Schneckengang mehr und mehr ab. Die Höhe desselben ist beim Menschen in der Basalwindung 0,5 mm, in der Spitzenwindung 0,35 mm. Dagegen nimmt die Breite der tympanalen Wand nach oben

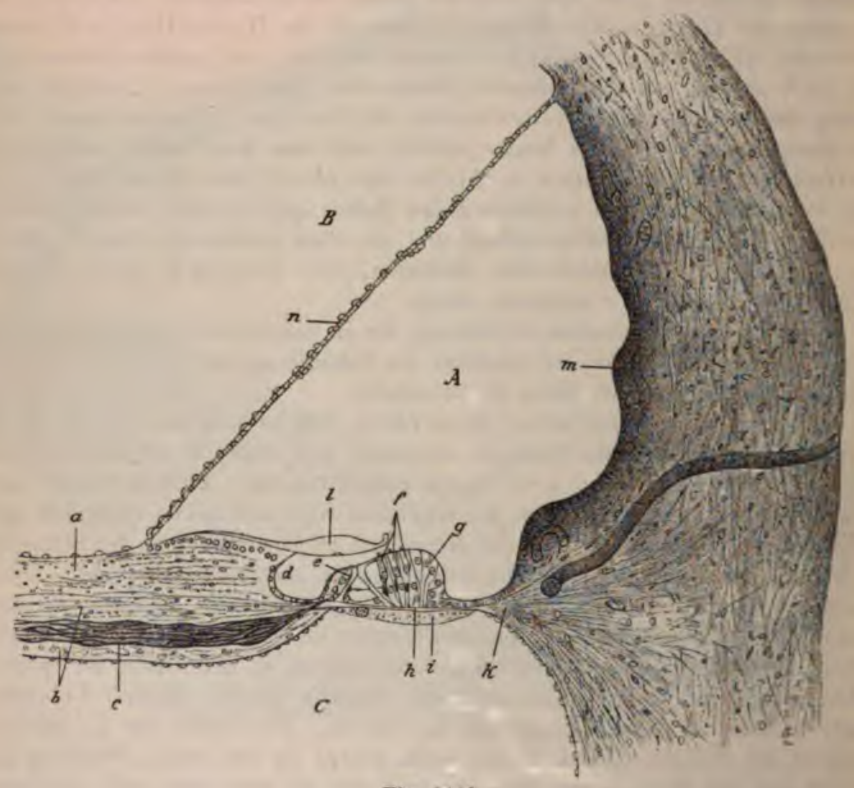


Fig. 1446.

beträchtlich zu und beträgt in der Basalwindung 0,45 mm, in der Spitzenwindung 0,8 mm (*Retzius*). Die radiäre Länge der *Reissner*'schen Haut ändert sich nicht merklich.

Die tympanale Wand des *Ductus cochlearis* zeigt an ihrem inneren Theile den *Limbus laminae spiralis* (*Henle*) als auffälligste Bildung (Fig. 1446 u. 1447, *a*). Derselbe ist ein verhältnissmässig mächtiger Vorsprung, der schon

Fig. 1446. Radiärschnitt durch den Anfangstheil der Basalwindung des Schneckenganges vom 25 jährigen Manne. *Müller*'s Flüssigk., Alkohol. Nach *G. Retzius*. Vergr. ca. 100. *A* Lichtung des Schneckenganges; *B Scala vestibuli*; *C Scala tympani*; *a Limbus spiralis*; *b Lamina spiralis ossea*; *c* Bündel des Schneckennerven; *d Sulcus spiralis*; *e* innere Haarzellen; *f* äussere Haarzellen; *g Hensen*'sche Zellen; *h Lamina basilaris*; *i* tympanale Belegschicht derselben; *k Ligamentum spirale*; *l Membrana tectoria Cortii*; *m Stria vascularis* mit Gefässen; *n Membrana vestibularis Reissneri*.

im Bereiche der *Scala vestibuli* als unmittelbare Fortsetzung des Periosts der *Lamina spiralis ossea* sich entwickelt, und vom Anfange bis zum Ende des Schneckenkanales an Breite zu-, an Dicke abnimmt. Die untere Fläche des *Limbus* liegt in der ersten und zweiten Windung der Schnecke an der Stelle des Periosts dem äussersten Theile der *Lamina spiralis ossea* auf, ist dagegen in der letzten halben Windung nur von der Nervenausbreitung begrenzt, so dass der *Limbus laminae spiralis* im strengen Sinne des Wortes eigentlich nur hier einen Theil der gewöhnlich sogenannten häutigen Spirallamelle bildet. An der oberen Fläche dieser, aus einem derben, in seiner Härte dem Knorpelgewebe gleichenden, mehr gleichartigen und nur da und dort streifigen Bindegewebe mit sternförmigen Bindegewebskörperchen und einzelnen Kapillaren bestehenden Lage zeigt sich am äusseren Rande eine ununterbrochene Reihe von am Ende etwas verbreiterten, zugeschärften, hellen, eigenthümlich glänzenden länglichen Vorsprüngen

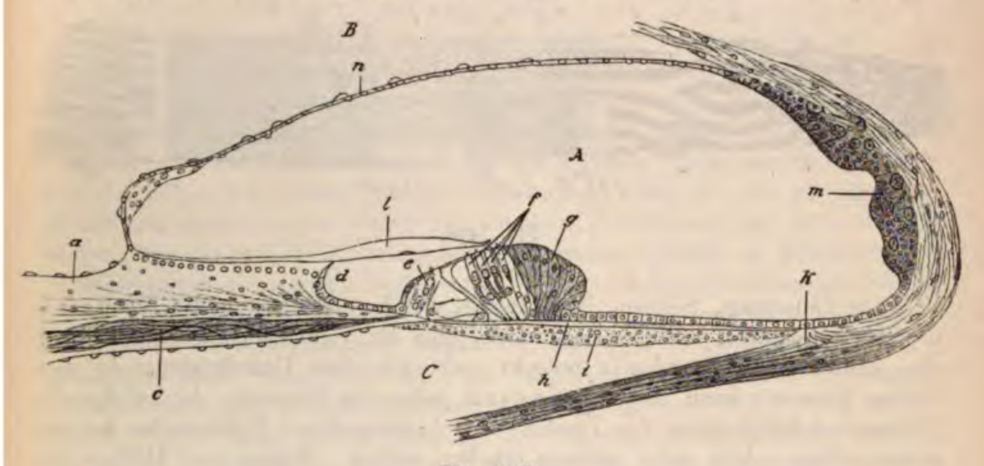


Fig. 1447.

(Fig. 1446, Profil, 1448, *g*), die sogenannten Gehörzähne von *Huschke* (Zähne der ersten Reihe, *Corti*), die nach *Corti* in der ersten Schneckenwindung 45 μ Länge, 9—11 μ Breite und 6,7 μ Dicke am Anfange besitzen, in der letzten Windung dagegen nur noch 33 μ Länge und 6,7 μ Breite zeigen. Beim Menschen giebt *Henle* die Länge auf 30 μ, die Breite auf 12 μ an. Ihre Gesammtzahl in der menschlichen Schnecke berechnet *Retzius* mit 2500, *Krause* mit 2700. Dieselben springen mit ihrer einen Seite gegen den *Ductus cochlearis* vor und überwölben mit ihren Schneiden, welchen ein Theil der *Corti*'schen Haut aufliegt, den Anfang der *Habenula perforata*, so dass mithin zwischen beiden eine nach aussen in den *Ductus cochlearis* sich öffnende ziemlich tiefe Furche, der *Sulcus spiralis*, offen bleibt (Fig. 1446 u. 1447, *d*), welcher beim Menschen in der Basalwindung 60 μ, in der Spitzenwindung 51 μ (*Retzius*) hoch ist (bei Thieren meist bedeutend höher). Nach der Achse der

Fig. 1447. Radiärschnitt durch die Spitzenwindung des Schneckenganges vom 25jährigen Manne nach *G. Retzius*. *Müller*'s Flüssigk., Alkohol. Vergr. ca. 100. Buchstabenbezeichnung dieselbe, wie in der vorhergehenden Figur.

Schnecke oder der Spindel su setzen sich die Gehörzähne unmittelbar in ähnlich beschaffene längliche **Wülste** oder **Rippen** (Fig. 1448, *αα*) fort, die hie und da zu zweien zusammenfliessen oder in zwei sich trennen, und noch weiter nach innen in immer kürzere und kleinere, anfangs längliche und dann runde Stücke zerfallen. In den zwischen diesen Rippen und Höckern und den Zähnen vorhandenen Längs- und Querfurchen befinden sich meist in einfacher Reihe rundliche oder längliche, dunkle, glänzende Körperchen (*e*) von 3,3—4,5 μ Grösse, die bei Essigsäurezusatz Kerne zeigen, welche den in einfacher Schicht vorhandenen Epithelzellen angehören, die von der *Reissner*'schen Membran auf den *Limbus* übergehen. An senkrechten Durchschnitten scheint es, als ob die Epithelzellen mit dem Gewebe des *Limbus lamina spiralis* zusammenfliessen. Es ist dies indessen nur eine durch die Wülste der *Habenula sulcata* und der Gehörzähne

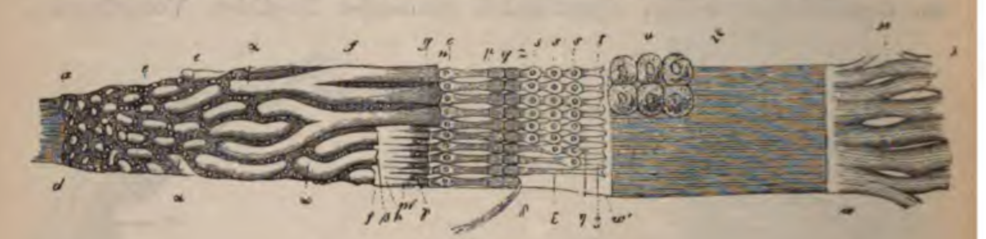


Fig. 1448.

bedingte Täuschung. Seitdem, insbesondere von *Lavdowsky* und *G. Retzius* an Silberpräparaten, nachgewiesen wurde, dass ein zusammenhängendes Epithel den ganzen *Limbus spiralis* bedeckt und sich ohne Unterbrechung in den *Sulcus* fortsetzt, kann die von *Hensen* geäusserte Meinung, der zufolge die Wülste und Gehörzähne des *Limbus* aus umgewandelten Epithelzellen hervorgehen sollten, nicht mehr aufrecht erhalten werden. Rippen und Höcker des *Limbus laminae spiralis* enden gegen den *Modiolus* zu alle in einer Linie (Fig. 1448, *a*), und hier ist die Stelle, von der die *Reissner*'sche Haut sich erhebt, welche bei Thieren meist auch durch eine vorspringende Ecke des *Limbus* bezeichnet wird.

Fig. 1448. Vorhoffläche der *Lamina spiralis membranacea.* Vergr. 225. Nach *Corti*. Die Zeichnung ist, was das *Corti*'sche Organ anlangt, mangelhaft, sonst richtig und kann auch zur Verdeutlichung der *Corti*'schen Namen dienen. *a* Periost der *Zona spiralis ossea*; *d-w Lam. spir. membranacea*; *d-w' Zona denticulata*; *d-d-f Habenula sulcata*; *d* Stelle, wo das Periost sich verdickt; *e* Körner in den Furchen der *Habenula sulcata*; *f-g* Zähne der ersten Reihe; *g-f-h Sulcus s. Semicanalis spiralis*; *h* untere Wand desselben; *h-w' Habenula denticulata*; *h-m* scheinbare Zähne; *n-t* Zähne der zweiten Reihe; *n-p* hinteres Glied derselben; *o* Anschwellung mit Kern daran; *p-q* u. *q-z* Gelenkstücke; *z-t* vorderes Glied der zweiten Reihe; *sss* drei Cylinderzellen, die darauf sitzen; *u* Epithelzellen unter der *Corti*'schen Membran; *w'-w Zona pectinata*; *αα* rippenartige Erhebungen der *Habenula sulcata*; *β* Stelle, wo ein Zahn der ersten Reihe seinen Anfang nahm; *γ* Löcher zwischen den scheinbaren Zähnen; *δ* zurückgeschlagenes vorderes Stück eines Zahnes der zweiten Reihe; *ε* ein solcher in situ ohne seine Epithelialzellen; *ζ* ein solcher mit der untersten Epithelzelle; *η* ein eben solcher mit den zwei untersten Zellen; *ϑ* Streifen oder leichte Hervorragungen der *Zona pectinata*; *ϰ* Periost, das die *Lamina spiralis* befestigt, mit Lücken *λ* zwischen den Bündeln.

Das *Labium tympanicum* des *Limbus laminae spiralis membranaceae* (Fig. 1449, *e*, *n*) besteht aus zwei Blättern, welche die Ausbreitung des *Nervus cochleae* zwischen sich fassen und in der ersten Schneckenwindung in ihrem an den Nerven grenzenden Theile knöchern sind, d. h. den Rand der *Lamina spiralis ossea* enthalten. Gegen den *Mediolus* zu geht das obere Blatt *e* oder *Koelliker's Habenula perforata* ohne Grenze in das



Fig. 1449.

Labium vestibulare des *Limbus* (*b*, *c*) über, während das untere Blatt *n* einfach in das Periost der *Lamina spiralis* sich fortsetzt. Am anderen Ende vereinen sich beide Blätter und setzen sich in die *Lamina basilaris* (*o*) fort. Die Dicke dieses *Labium tympanicum* am dicksten Theile entspricht so ziemlich der Höhe des *Sulcus spiralis* und beträgt somit 50—60 μ, gegen die *Membrana basilaris* hin schärft sich dasselbe jedoch rasch auf 30 und 20 μ zu und was die radiale Breite anlangt, so nimmt dieselbe in grösserem Verhältnisse gegen die Kuppel der Schnecke hin zu, als die der *Habenula sulcata* (vergl. Fig. 1446 u. 1447). Das Gewebe des *Labium tympanicum* ist wie jenes des *Limbus spiralis* überhaupt beschaffen, und was die gröberen Verhältnisse anlangt, so bietet dieselbe auf der Seite des *Ductus cochlearis* die sogenannten scheinbaren Zähne (*Dents apparents Corti*), als eine dichte Reihe länglicher Vorsprünge von 22 μ Länge, 4,5 μ Breite, die durch seichte Furchen von einander getrennt, am äusseren Ende leicht sich erheben und dann plötzlich wieder abfallen. Diese Gebilde liegen in der ersten Schneckenwindung unter den Gehörzähnen noch auf der *Zona ossea*, in der zweiten und dritten Windung dagegen weiter nach aussen als dieselben, so dass sie mit der unteren Fläche nur an die Nerven angrenzen, und besitzen in der ganzen Schnecke zwischen ihren äusseren Enden spalten- oder kanalförmige Lücken, *Foramina nervosa*, von 2,2—4,5 μ Weite zum Durchtritte der Schneckennerven, welche Oeffnungen der Zahl nach spärlicher sind, als die inneren *Corti*'schen Pfeiler und in ihrer Gesammtheit beim Menschen von *Waldeyer* mit 3000, von *Retzius* mit 5000 berechnet wurden.

Fig. 1449. Senkrechter Schnitt durch einen Theil der *Lamina spiralis* aus der zweiten Schneckenwindung des Ochsen nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure. Vergr. 180. *a* Periost und erweichte Knochenlage der Vestibularfläche der *Zona ossea*; *b Limbus spiralis* (*Habenula sulcata*) mit einer Kapillarschlinge; *c* Gehörzähne; *d Sulcus spiralis*; *e Habenula perforata* (*Koelliker*); *f* Löcher, durch welche die Nerven in die *Scala vestibuli* treten; *l* Nerv innerhalb der *Zona ossea*; *m* Ende seiner dunkelrandigen Fasern; *n* untere oder tympanale Periostlamelle; *o Lamina basilaris*. (Erste Abbildung des Durchtrittes der Nerven auf die vestibulare Seite der Basilarmembran [*Koelliker*, Ueber die letzten Endigungen des *Nervus cochleae* etc. Würzburg 1854], doch mit Hinweglassung des dort nicht richtig dargestellten weiteren Verlaufes der Nerven.)

§ 348.

Feinerer Bau des Schneckenganges, *Corti*'sches Organ.

Die aus der Vereinigung der beiden Blätter des *Labium tympanicum* des *Sulcus spiralis* hervorgehende Basilarmembran, *Lamina* (*Membrana*) *basilaris* (*Claudius*) wurde seit den Untersuchungen *Hensen*'s von vielen Physiologen als derjenige Apparat betrachtet, welcher zunächst durch die Schallwellen in Schwingungen versetzt wird um sie auf den ihr aufliegenden akustischen Endapparat zu übertragen. Die von *H. Helmholtz* aufgestellte Theorie des Mitschwingens oder der Resonanz verlangt Einrichtungen, welche geeignet sind, je nach der Tonhöhe (Schwingungszahl) bestimmte von einander verschiedene Theile des akustischen Endapparates in Schwingung zu versetzen, während die anderen in Ruhe bleiben. Von der Basilarmembran wurde nun angenommen, dass sie diesen Anforderungen genügen könne und ihr anatomischer Bau ist daher von höchstem Interesse. Man theilt die Basilarmembran in eine innere Zone, *Habenula tecta* (*Koelliker*), welche von dem *Corti*'schen Bogen bedeckt wird und eine äussere Zone, *Zona pectinata* (*Todd-Bowman*), welche am *Ligamentum spirale* sich befestigt. Die Basilarmembran besteht aus drei Lagen, welche man als obere Grenzschicht, als Schicht der Basilarisfasern und als tympanale Belegschicht (*Retzius*) bezeichnen kann. Die Schicht der radiär verlaufenden Basilarisfasern giebt der Membran ihre Festigkeit und sie ist es, die als wesentlichster Theil derselben betrachtet wird. Die Faserschicht ist im Bereiche der äusseren Zone dicker und von anderer Beschaffenheit als im Bereiche der inneren. In letzterer sind die Fasern sehr fein und dicht verflochten, kaum zu isoliren und erscheinen wie Fortsetzungen der feinen Fasern des *Labium tympanicum*, welche die obere Lamelle desselben bilden. Von der Stelle an, wo sich die äusseren Pfeiler des *Corti*'schen Organes mit ihren Fussplatten auf der Basilarmembran ansetzen (Fig. 1450, *f*), treten aber, fest verbunden mit den inneren feineren, dickere (1—2 μ), seitlich etwas abgeplattete, gerade gestreckte, stets unverästelte Fasern oder Saiten (Gehörsaiten) in einfacher Lage neben einander auf (Fig. 1450, *g*), welche sich leicht isoliren lassen und nur durch eine homogene Kittmasse unter einander verbunden sind. Die Fasern sind im frischen Zustande weich, biegsam, bleiben aber beim Abreissen in der Regel gerade gestreckt. Nach Behandlung mit Reagentien (Osmiumsäure, Chromsäure, *Müller*'s Flüssigkeit) erscheinen sie steif, brüchig; mit verdünnter Salpetersäure zeigen sie oft korkzieherartige Windungen (*Retzius*). Die Fasern sind von eigenthümlicher Beschaffenheit, weder mit leimgebenden, noch mit elastischen Fasern übereinstimmend. Sie liessen an der flach ausgebreiteten Membran (bei der Ratte) keine Doppelbrechung erkennen, wohl aber, wenn radiäre Falten, an welchen mehrere Fasern übereinander liegen, untersucht wurden. Sie erscheinen dann positiv doppelbrechend in Bezug auf die Faserrichtung. Mit Essigsäure werden die Saiten sofort unsichtbar und wie es scheint bald aufgelöst, da man durch Natronlauge dieselben nicht neuerdings (wie Bindegewebsfibrillen) sichtbar machen kann. Die Zahl der Saiten lässt sich annähernd berechnen. Nach *Hensen* beträgt dieselbe beim Menschen 13 400, nach *Retzius* 24 000. Die Länge der Saiten nimmt, wie die Breite der ganzen *Lamina basilaris*, von unten nach aufwärts zu, ähnlich wie die

Saiten eines Klaviers vom Sopran zum Bass. Die Länge der Saiten beträgt nach *Retzius* beim Menschen in der Basalwindung 135 μ, in der Mittelwindung 220 μ, in der Spitzenwindung 234 μ, die Breite der Basilarmembran, gemessen von den *Foramina nervosa* bis zum *Ligamentum spirale*, 210, 340 und 360 μ. Die Differenzen der Zahlen werden noch bedeutender, wenn auch das dem Vorhofblindsack zugewendete Ende der Basilarmembran berücksichtigt wird, welches *Hensen* (beim Kinde) nur 41,25 μ breit fand, während er die Breite am *Hamulus* mit 495 μ bestimmte. Die Kittsubstanz zwischen den Basilarisfasern geht kontinuirlich in die obere Grenzschicht über, in welcher radiär gestellte Zellkerne, die in der inneren Zone der Basilarmembran fast fehlen, eingelagert sind. Am frischen Präparate kann man die Kerne durch Essigsäure leicht sichtbar machen und dann sehen, dass dieselben sehr mannigfaltige Formen, wie Kerne von Bindegewebszellen, zeigen. Die obere Grenzschicht lässt sich an Osmiumpräparaten stellenweise als besonderes Häutchen isoliren (Fig. 1450, *i*) und stellt eine Art *Limitans* gegen das Epithel dar. Beim Kaninchen fand *Retzius* in dieser vestibulären Grenzschicht eine zweite Lage von Fasern, ebenso bei der Katze. Beim Menschen konnte er diese zweite Faserlage nicht sehen. *Schwalbe* fand beim Meerschweinchen nur eine Faserlage, was ich für dieses, das Eichhörnchen und die Ratte bestätigen kann. Die äussere Zone der

Fig. 1450.

Fig. 1450. *Lamina basilaris* der mittleren Schneckenwindung vom Eichhörnchen. Osmiumpräparat, isolirt, die epitheliale Bedeckung ganz entfernt, die tympanale Belegschicht, mit Ausnahme des *Vas spirale*, nicht dargestellt. Vestibuläre Flächenansicht. Vergr. 530. *a* Gehörzähne am *Labium vestibulare* des *Limbus spiralis*; *b* innerer Theil des *Sulcus spiralis*, durch welchen die hier noch markhaltigen geschwärzten Nerven durchschimmern; *bd Habenula perforata*; *c Foramina nervosa* mit den Durchtrittsstellen der hier marklos werdenden Nerven; *d Labium tympanicum* (*Limbi spiralis*), *e Vas spirale*; *edf Habenula tecta* (Bereich der *Corti*'schen Pfeiler) mit feiner Faserung; *fh Zona pectinata* mit den abgerissenen Saiten; *g* Saiten der *Lamina basilaris* bei *h* abgerissen; *i* homogenes Häutchen, welches die Fasern der Basilarmembran an der Vestibularseite bedeckt, theilweise abgehoben und mit eingerollten Bruchrändern.

Basilarmembran ist, abgesehen von der tympanalen Belegschicht, beim Kaninchen und bei der Katze mehr als doppelt so dick als die innere; bei der Katze 5 μ gegen 2 μ. Dagegen ist die obere Grenzschicht zusammen mit den Saiten beim Menschen nicht viel dicker als die entsprechende Schicht der inneren Zone und überschreitet kaum 2 μ. Am *Ligamentum spirale* gehen die Saiten in die Fasern dieses Bandes über, welche theils radiär, grösstentheils aber im Bogen gegen die Periostlage der äusseren Wand der Vorhofs- und Paukentreppe ziehen.

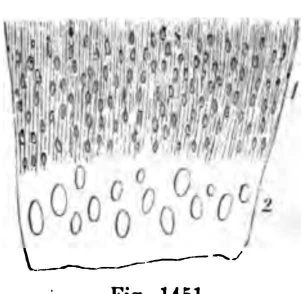


Fig. 1451.

Die obere Grenzschicht, welche gegen das *Ligamentum spirale* in der Aufsicht wie durchlöchert erscheint (Fig. 1451), lässt sich unter dem Epithel noch eine Strecke weit an die äussere Wand des Schneckenganges verfolgen, wo sie dann, gegen die *Prominentia spiralis*, verschwindet.

Die tympanale Belegschicht der Basilarmembran stellt hauptsächlich die Fortsetzung der unteren Lamelle des *Labium tympanicum* dar und besteht aus einem lockeren Gewebe von in spiraler Richtung langgestreckten Bindegewebszellen, welche oberflächlich dicht aneinander schliessen und mit ihren langen, leicht varikös werdenden feinen Ausläufern Nervenfasern so täuschend ähnlich sehen, dass sie öfter, so insbesondere von *M. Schultze*, für solche gehalten wurden. Doch zweifelt heute wohl Niemand mehr, dass es sich, wie *Koelliker* zuerst vertheidigte, nur um Bindegewebszellen handelt. Diese eigenthümliche Belegschicht erscheint an Radiärschnitten (Fig. 1447, *i*, 1457, *e*) fein punktirt mit eingeschlossenen Kernen und besitzt eine Dicke von etwa 5—10 μ. Mit der Schicht der Basilarisfasern ist die tympanale Belegschicht durch eine homogene Kittsubstanz, welche zwischen die Fasern und Saiten sich fortsetzt, verbunden. Während die Schicht der Basilarisfasern und die obere Grenzschicht gefässlos sind, enthält die innere Zone der tympanalen Belegschicht Blutkapillaren, welche sich zu einer oder zwei dünnwandigen Venen vereinen, die in nicht ganz regelmässigem spiralen Verlaufe gewöhnlich in der inneren Zone der Basilarmembran unter den *Corti*'schen Bogen gefunden werden (Fig. 1450, *e*). Die *Zona pectinata* ist vollständig gefässlos.

Das Organ von *Corti* (*Koelliker*), *Organon spirale* (*A. N.*), *Papilla spiralis* (*Huschke*), *Papilla acustica basilaris* (*G. Retzius*) stellt den akustischen Endapparat (*Henle*) des Schneckennerven dar, bedeckt die ganze innere und einen Theil der äusseren Zone der Basilarmembran und besteht, wie *Koelliker* zuerst entwicklungsgeschichtlich nachgewiesen hat, abgesehen von den Nerven, ausschliesslich aus eigenthümlich umgewandelten Epithelzellen und von denselben ausgeschiedenen Cuticularbildungen. Die relativ festesten und von den gewöhnlichen Formen der Epithelzellen am weitesten abweichenden Gebilde sind die Pfeilerzellen oder Pfeiler (Fig. 1452), (Zähne zweiter Reihe *Corti*, *Corti*'sche Fasern *Koelliker*, Stäbchen *Claudius*, Bogenfasern *Hensen*, Gehörstäbchen *Henle*, *Corti*'sche Pfeiler *Waldeyer*),

Fig. 1451. Ein Stück des *Lig. spirale* mit dem angrenzenden durchlöcherten Theil der *Zona pectinata*. Vergr. 250. Vom Kalbe.

die als innere und äussere unterschieden werden. Sie bilden ein System von Strebepfeilern, welche mit ihren oberen Enden, den Köpfen, nach allen Seiten sich fest verbinden, mit ihren der Basilarmembran aufsitzenden Fussplatten aber so auseinander weichen, dass im Ganzen ein Tunnel von dreieckigem Querschnitte entsteht, der einen weiten intraepithelialen Intercellularraum darstellt (Fig. 1452, *c*). Die Pfeilerkörper berühren sich auch seitlich nicht direkt, sondern lassen Spalten zwischen sich, durch welche der Tunnelraum mit dem später zu beschreibenden *Nuel*'schen Raume zusammenhängt. Die Fussplatten der inneren Pfeiler liegen mit ihrem inneren Rande dicht an den Nervenlöchern und stehen daher in der unteren Schneckengegend noch auf dem von Knochen unterlagerten Rande des *Labium tympanicum* (Fig. 1446); der äussere Rand der Fussplatten der äusseren Pfeiler entspricht dem Beginne der Saiten der Basilarmembran. Der Boden des Tunnels entspricht also der Ausdehnung der inneren Zone (*Habenula tecta*) der Basilarmembran. Die Form der beiderlei Pfeiler ist etwas verschieden. Die inneren Pfeiler sind kürzer, als die äusseren, schwach S-förmig gekrümmt und sitzen mit verbreiterter, abgestutzter Basis der *Lamina basilaris* auf. Ihr oberes Kopfende ist nach aussen mit einer konkaven, der Gelenkfläche der *Ulna* mit dem *Humerus* vergleichbaren Einbiegung versehen und wird darüber durch eine schräg nach aussen oben ansteigende Platte abgeschlossen, welche den Kopf des äusseren Pfeilers überdeckt, auch nach innen etwas vorragt und hier mit einem oder zwei seichten Ausschnitten versehen ist. Diese rühren von anliegenden inneren Haarzellen her (Fig. 1453, *a*, *b*), während der äussere Rand der Kopfplatte mehr gerade, fast rechtwinklig abgeschnitten oder durch die anliegenden Haarzellen nur leicht eingebuchtet erscheint (Fig. 1453, *d*). Die Substanz der Pfeiler ist im Innern des Fusses derselben streifig-faserig. Gegen Wasser sind die Pfeiler ziemlich widerstandsfähig, lösen sich dagegen leicht in Alkalien. Die Fasern der Pfeiler lassen sich auch durch Färbung deutlich hervorheben. Sie entspringen mit kegelförmigen Verbreiterungen zu 4—6 an der Fussplatte, ziehen durch den Körper gegen den Kopf und enden dort zum Theil mit Verbreiterungen, die zusammen wie ein dichterer, mehr homogener, zuerst von *G. Schwalbe* bemerkter und von *Joseph* genauer beschriebener Körper erscheinen. Theilweise ziehen die

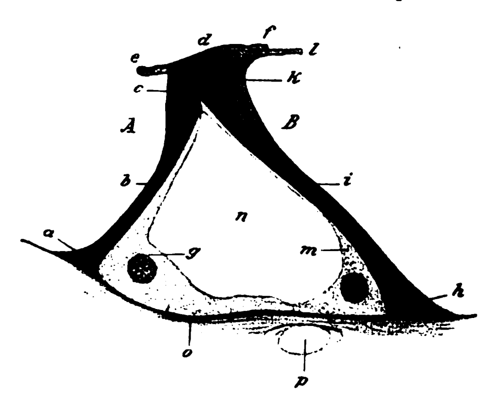


Fig. 1452.

Fig. 1452. *Corti*'sche Pfeilerzellen nach einem Radiärschnitt durch die basale Schneckenwindung der Katze. Osmiumpräparat. Vergr. 600. *A* Innerer Pfeiler: *a* Fussplatte; *b* Körper; *c* Kopf mit Innenkörper; *d* Kopfplatte; *e* innere, *f* äussere Fortsetzung derselben; *g* Protoplasmakörper mit Kern (sogenannte Bodenzelle) des äusseren Pfeilers. *B* Aeusserer Pfeiler: *h* Fussplatte; *i* Körper; *k* Kopf mit Innenkörper; *l* Phalangenfortsatz; *m* Protoplasmakörper mit Kern (Bodenzelle) des äusseren Pfeilers; *n* Tunnel; *o* Basilarmembran; *p* *Vas spirale*.

Fasern in die Kopfplatte und bilden dort rippenartige Einlagerungen. Gegen Essigsäure und Salzsäure zeigen sich die Köpfe der Pfeiler ziemlich resistent, während der Fuss sich bald löst. Körper und Fuss der Pfeiler sind von körnigem Protoplasma der ursprünglichen Bildungszelle noch umhüllt, welches namentlich gegen die Tunnelseite leicht an Schnitten erkennbar ist (Fig. 1452). Am Boden des Tunnels deckt dieser Protoplasmarest zusammen mit dem entsprechenden Antheil der äusseren Pfeiler die Basilarmembran vollständig, wodurch der Tunnelraum eine allseitig epitheliale Begrenzung erhält. Die Kerne der Pfeilerzellen liegen gewöhnlich nahe am Boden im Winkel, seltener weiter nach oben nahe dem Kopfende, letzteres besonders beim Meerschweinchen (*Joseph*). Am Kopfende treten die faserigen Bildungen des Fusstheiles theilweise als cuticulare Differenzirungen an die Oberfläche. Das Protoplasma der Pfeilerzellen enthält im Körper und Kopfe gelbliche Pigmentkörnchen. Die **äusseren Pfeiler** sind merklich länger und weniger zahlreich als die inneren (*Claudius*), so dass oft zwei bis drei der letzteren mit einem äusseren Pfeiler in Berührung stehen. Das Kopfende der äusseren Pfeiler ist mit einer konvexen Fläche versehen, welche der konkaven Krümmung der inneren Pfeilerköpfe entspricht. Von dem Kopfende geht am äusseren Pfeiler eine bereits an ihrem Ursprunge schmale Platte, der **Phalangenfortsatz** ab, welcher dicht unter der Kopfplatte des inneren Pfeilers gelegen, dieselbe nach aussen überragt und dort ein ruderförmig verbreitertes Ende, die **Phalange erster Reihe** (*Deiters*, Fig. 1453, f_1) bildet, die mit den Nachbarphalangen rundliche Räume umgrenzt, in welchen die Enden der äusseren Haarzellen erster Reihe (Fig. 1453, e_1) festgehalten sind. Kopf und Phalangenfortsatz enthalten Fortsetzungen der Pfeilerfasern, deren in den äusseren Pfeilern nach *Spee* beim Menschen 8—10 vorhanden sind. Der Phalangenfortsatz besitzt nach *Spee* nach innen von der Phalangenplatte, gedeckt

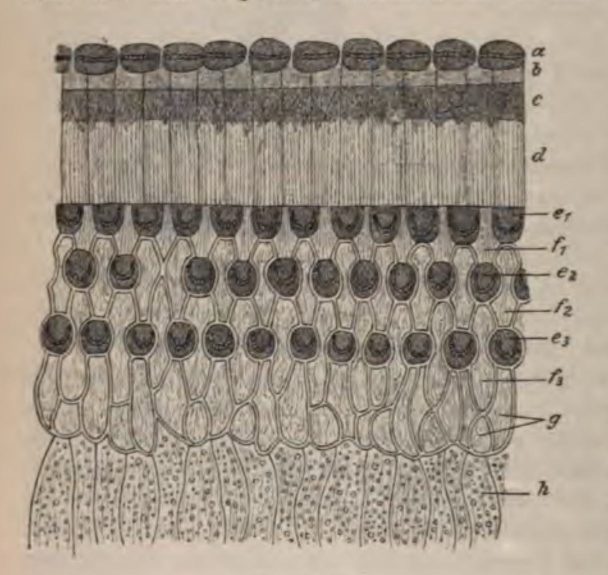


Fig. 1453.

Fig. 1453. Partie des *Corti*'schen Organes (*Organon spirale*) aus der Basalwindung der Schnecke eines Mannes von der vestibularen Oberfläche gesehen. Ueberosmiumsäure, Goldchlorid. Nach *G. Retzius*. Vergr. ca. 700. *a* Innere Haarzellen; *b* innere Pfeilerzellen; *c* äussere Pfeilerzellen; *d* Plattenfortsätze der inneren Pfeilerzellen; e_1 e_2 e_3 erste, zweite und dritte Reihe der äusseren Haarzellen; f_1 f_2 f_3 Phalangen erster, zweiter und dritter Reihe (f_1 Phalangenfortsätze der äusseren Pfeiler); *g* Schlussrahmen; *h* *Hensen*'sche Stützzellen.

von der inneren Pfeilerplatte eine protoplasmatische, pigmentirte Anschwellung. Im Kopfe der äusseren Pfeiler findet sich ein doppelter, aus den Enden eines Theiles der Pfeilerfasern hervorgehender, stumpfkegelförmiger Einschluss (*Joseph*), der beim Meerschweinchen an Frontalschnitten einer Pfeilerreihe trapezförmig erscheint und durch dichte Berührung mit den Nachbarkegeln zierliche Sechseckreihen zusammensetzt. Der Phalangenfortsatz und die Kopfplatte sind von einem cuticularen Saume umrandet. Körper und Fuss der äusseren Pfeiler verhalten sich wesentlich wie bei den inneren, doch scheint es, als ob die Fasermasse des Fusses direkt in die Saiten der Basilarmembran sich fortsetzen würde, was auch von *Boettcher* u. A. behauptet wurde. Indessen ist dies nur eine Täuschung, da sich zwischen die Saiten und die epitheliale Bedeckung der Basilarmembran noch die obere Grenzschicht der letzteren einschiebt. Die Länge der inneren Pfeiler beträgt nach *Retzius* in der Basalwindung 48 μ, in der Mittelwindung 68 μ, in der Spitzenwindung 70 μ; die der äusseren Pfeiler 62 μ, 100 μ und 103 μ. Die entsprechenden Abstände der Pfeilerfüsse sind 48 μ, 81 μ, 90 μ; die Höhe des Tunnelraumes 28 μ, 45 μ und 49 μ. Die Zahl der Pfeiler berechnet *Retzius* beim Menschen mit 5600 für die inneren und mit 3850 für die äusseren (6000 und 4500 *Waldeyer*, 6600 und 4950 *W. Krause*). Die Pfeilerzellen sind in der embryonalen Schnecke dicht aneinander liegende, pyramidenförmige, einfache Epithelzellen (Fig. 1445, S. 920). Erst spät, in der obersten Windung nach der Geburt, erfolgt die eigenthümliche Umwandlung der Zellen und das Auseinanderrücken der Fussenden, das wesentlich auf einer Verschiebung des inneren Pfeilerfusses beruht und theilweise die Schieflegung der oberen Fläche des *Corti*'schen Organes bedingt.

Den Pfeilerzellen schliesst sich nach aussen ein System von Stützzellen an, welche von den Pfeilerzellen zwar deutlich verschieden, aber doch in einiger Beziehung denselben ähnlich sind. Es sind dies die von *Deiters* entdeckten und von *Koelliker* nach ihm benannten Zellen, deren feinerer Bau sehr schwierig zu ermitteln ist und erst durch *G. Retzius* in der Hauptsache aufgeklärt wurde. Diese Zellen stehen mit ziemlich regelmässiger, sechsseitiger Basis in der Regel in drei, in den oberen Schneckenwindungen auch stellenweise in vier, selbst fünf alternirenden Reihen auf der Basilarmembran, dicht anschliessend an die Füsse der äusseren Pfeiler (Fig. 1456). Von dieser verbreiterten Basis verschmälert sich die Zelle etwas über ihrer Mitte sehr stark und geht dann in einen spiral in der Richtung gegen die Schneckenspitze schräg ansteigenden, dünnen Fortsatz über, welcher schliesslich mit einer bisquitförmigen Platte, einer sogenannten Phalange (*Deiters*) endet (Fig. 1455, 1457, *l*). Die drei Reihen der *Deiters*'schen Zellen bilden im Anschluss an die Phalangen erster Ordnung, welche den Kopffortsätzen der äusseren Pfeiler angehören, die Phalangen zweiter und dritter Ordnung (eventuell vierter und fünfter Ordnung) und die dritte (eventuell vierte oder fünfte) Reihe der *Deiters*'schen Zellen ein System seitlich dicht an einander schliessender Plättchen, die sogenannten Schlussrahmen von *Deiters*. Die Phalangen zweiter und dritter Ordnung stehen alternirend und ebenso die Phalangen erster und zweiter Ordnung (Fig. 1453 u. 1454, *f*). Zwischen den Einbiegungen der Phalangen bleiben rundliche Lücken für die Köpfe der Haarzellen, während im Uebrigen die Phalangen der drei Reihen fest zusammenhängen und mit den Schlussrahmen

im Ganzen eine durchlöcherte Platte, die *Membrana reticularis* (*Koelliker*, *M. velamentosa Deiters*) herstellen. Betrachtet man diese ganze merkwürdige Bildung in einem Schnitte senkrecht zur Basilarmembran und parallel einer Reihe

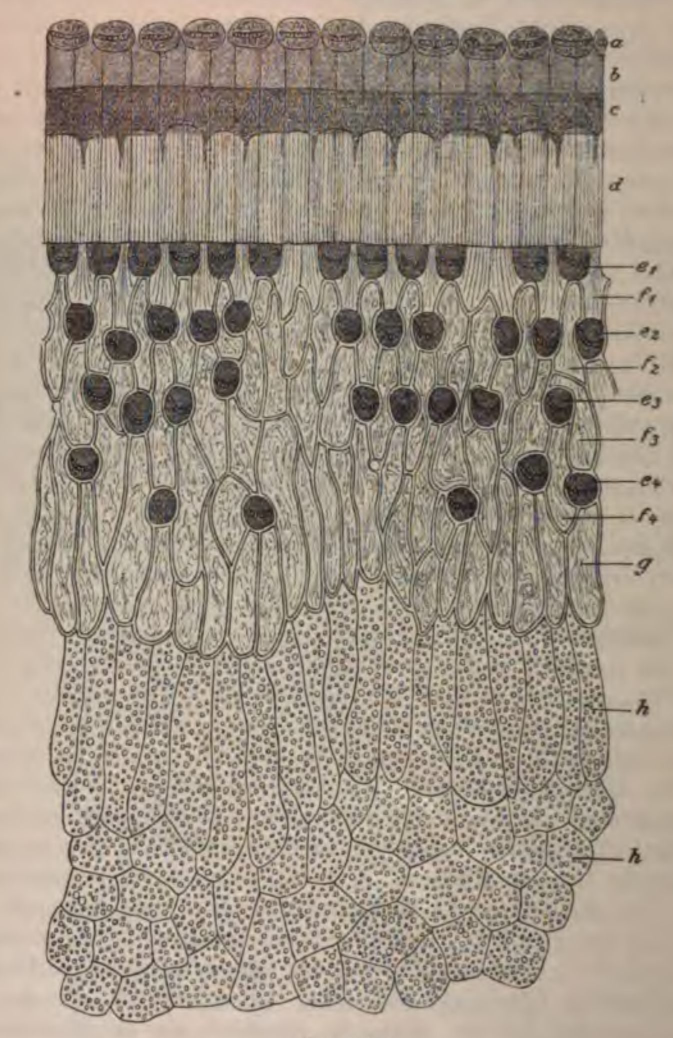


Fig. 1454.

von *Deiters*'schen Zellen (sogenannte Frontalschnitte), so ergiebt sich, dass nicht die vertikal über einer *Deiters*'schen Zelle liegende Phalange, sondern die vierte oder fünfte spiral und aufwärts von derselben gelegene mit dem oberen

Fig 1454. Partie des *Corti*'schen Organes (*Organon spirale*) aus der Spitzenwindung der Schnecke eines Mannes von der vestibularen Oberfläche gesehen. Ueberosmiumsäure, Goldchlorid. Nach *G. Retzius*. Vergr. ca. 700. Buchstabenbezeichnung wie in *Fig.* 1453, ausserdem e_4 vierte Reihe äusserer Haarzellen; f_4 Phalangen vierter Reihe.

Fortsatz der Zelle in Verbindung steht (Fig. 1455). Der feinere Bau der *Deiters*'schen Zellen stimmt nun insofern mit jenem der Pfeilerzellen überein, als auch hier ein protoplasmatischer und ein faserig differenzirter Theil zu unterscheiden ist. Der untere Theil der Zelle zeigt ein ziemlich helles, feinkörniges Protoplasma und einen fast kugeligen 7 μ grossen Kern, der seine Lage in der Nähe des Abganges des oberen Fortsatzes, seltener etwas tiefer unten, doch stets in beträchtlicher Entfernung von der Basilarmembran hat. An der Basis des Zellkörpers, nahezu in der Mitte desselben (Fig. 1456), beginnt mit kegelförmiger Verbreiterung an der Basilarmembran ein dunkler feinfaseriger Strang, der *Retzius*'sche Faden, welcher nun in ziemlich gleichmässiger Dicke entweder mitten durch den Zellkörper oder mehr dessen vorderer und seitlichen Fläche genähert nach oben zieht (Fig. 1458, *A*). In der Gegend, wo die unteren Enden der Haarzellen — etwa der Mitte der Entfernung zwischen *Membrana reticularis* und *M. basilaris* entsprechend — sich befinden, verschmälert sich die Zelle rasch zu ihrem Halstheile, in welchem der Faden nur mehr von einer dünnen Protoplasmaschicht umhüllt ist, die jedoch ungefähr in der Mitte des Halstheiles nach *Spee* beim Menschen noch einmal spindelförmig anschwellen und hier Pigmentkörnchen führen soll. Im oberen Theile des Körpers der *Deiters*'schen Zellen fand *G. Retzius* (Biol. Unters. N. F. 9. Bd. S. 77) bei Thieren 20—30 dicht aneinander liegende, in Eisenhämatoxylin den Farbstoff zäh festhaltende Körnchen. In der Nähe der Phalangen spaltet sich der *Retzius*'sche Stützfaden beim Menschen nach *Spee* in sieben oder mehr feine Endfäserchen, welche in eine knapp unter der Phalange gelegene und in die Umrandung der Phalange, den Kopfreif der *Deiters*'schen Zelle (*Spee*) sich fortsetzende cuticulare Oberflächenschicht übergehen. Aus dieser Anordnung ergiebt sich, dass man bei unverrückter Einstellungsebene niemals an einem rein radialen Längsschnitte den Durchschnitt einer ganzen *Deiters*-schen Zelle sehen kann und der an einem solchen dargestellte obere Fortsatz

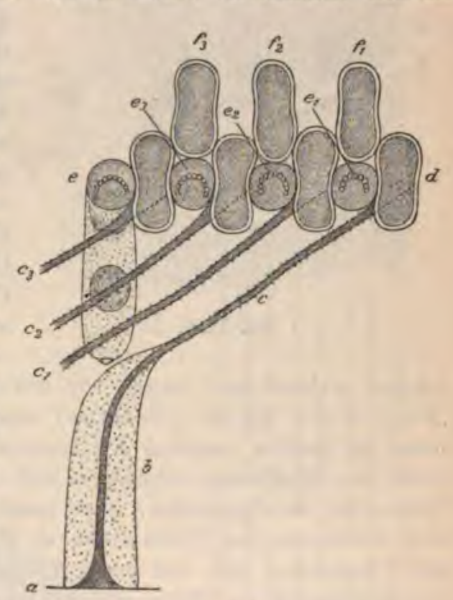


Fig. 1455.

Fig. 1455. Schema einer äusseren Haarzelle zweiter Reihe und einer *Deiters*'schen Zelle erster Reihe nebst anliegenden Theilen benachbarter Elemente. *a Lamina basilaris*; *b* Körper, *c* Hals, *d* Kopf (beziehungsweise Phalange zweiter Reihe) einer *Deiters*'schen Zelle erster Reihe von innen und in radiärer Richtung gesehen, jedoch die Phalange in vertikaler Stellung um die horizontale, in der Richtung *ed* gehende Achse gedreht. c_1—c_3 Hälse benachbarter *Deiters*'scher Zellen erster Reihe in Phalangen zweiter Reihe übergehend; *e* äussere Haarzelle zweiter Reihe; e_1—e_3 Köpfe benachbarter Haarzellen zweiter Reihe; f_1—f_3 Phalangen dritter Reihe (Richtung gegen die Schneckenspitze rechts).

(Fig. 1457) muss als Projektion eines zur Bildebene schief verlaufenden Fadens betrachtet werden, statt dessen in Wirklichkeit an sehr dünnen Schnitten eine Reihe von Schrägschnitten über einander liegender Fäden zu finden sind, wie sich aus dem umstehenden Schema (Fig. 1455) ergiebt.

Die *Deiters*'schen Zellen erfüllen nur den unteren Theil des Raumes über der Basilarmembran vollständig (Fig. 1456), indem sie mit ihren Körpern dicht aneinander schliessen und mit ihrer verdichteten Oberflächenschicht seitlich sich so berühren, dass ihre Contouren und die *Retzius*'schen Fäden an radialen Schnitten in dieser Gegend häufig sich decken (Fig. 1457). Von der Stelle an, wo der schräg ansteigende, sehr verdünnte Halstheil beginnt bis zum Uebergang desselben in die Phalangenplatte, berühren sich aber die Zellen nicht mehr direkt und die fadenförmigen Fortsätze der Zellen ziehen durch einen Raum, der nur theilweise von diesen Fortsätzen, ferner von den Haarzellen und den längs deren unteren Enden verlaufenden Nervenbündeln, sonst aber von Flüssigkeit erfüllt ist. Ein besonders grosser und nach abwärts fast bis zur Fussplatte reichender Antheil dieses Raumes findet sich zwischen den inneren Pfeilern und der ersten Reihe der *Deiters*schen Zellen (Fig. 1457, *r*). Das ganze so gebildete System von intercellulären Lücken, welches nach aussen von den äusseren Pfeilern sich befindet, wird als *Nuel*'scher Raum (*Retzius*) bezeichnet. Er hängt mit dem Tunnelraum durch die Spalten zwischen den äusseren Pfeilern zusammen und wird nach oben durch die *Membrana reticularis* und die in den Lücken derselben steckenden Kopfenden der Haarzellen, nach aussen durch die an das *Corti*'sche Organ sich anschliessenden Epithelzellen so abgeschlossen, dass er ebenso wenig, als der Tunnelraum mit dem endolymphatischen Raum in Verbindung steht. In den Kopftheilen der Pfeiler und der *Deiters*'schen Zellen hat *Spee* in jüngster Zeit (München. med. Wochenschr. 1902 Nr. 13) doppelte Centralkörperchen aufgefunden. Sie liegen an den inneren Pfeilern nicht weit vom Rande der Kopfplatte gegen die äusseren Haarzellen, an den äusseren Pfeilern in der Endplatte des Phalangenfortsatzes, in den Phalangen der *Deiters*'schen Zellen am inneren Theile derselben und zwar in den Phalangen zweiter Reihe in derselben spiralen Linie wie die Centralkörperchen der äusseren Pfeiler. Die Pfeiler und die *Deiters*'schen Zellen werden als ein Stützapparat angesehen, der wahrscheinlich

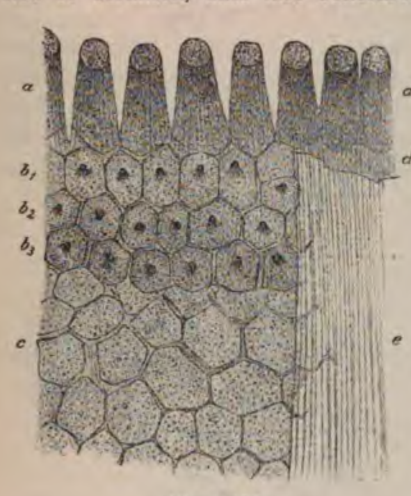


Fig. 1456.

Fig. 1456. Ein Stück der Basilarmembran einer mittleren Schneckenwindung vom Eichhörnchen mit aufsitzenden Resten der äusseren Zellen des *Corti*'schen Organes Osmiumpräparat isolirt. Vergr. 700. *a* Füsse der äusseren Pfeiler; b_1 b_2 b_3 Füsse der drei Reihen *Deiters*'scher Zellen mit dem *Retzius*'schen Faden in der Mitte; *c* Fusstheile der *Hensen*'schen Zellen; *d* ein Stück der die Saiten bedeckenden homogenen Schicht der Basilarmembran; *e* Saiten von welchen die deckenden Theile ganz abgestreift sind.

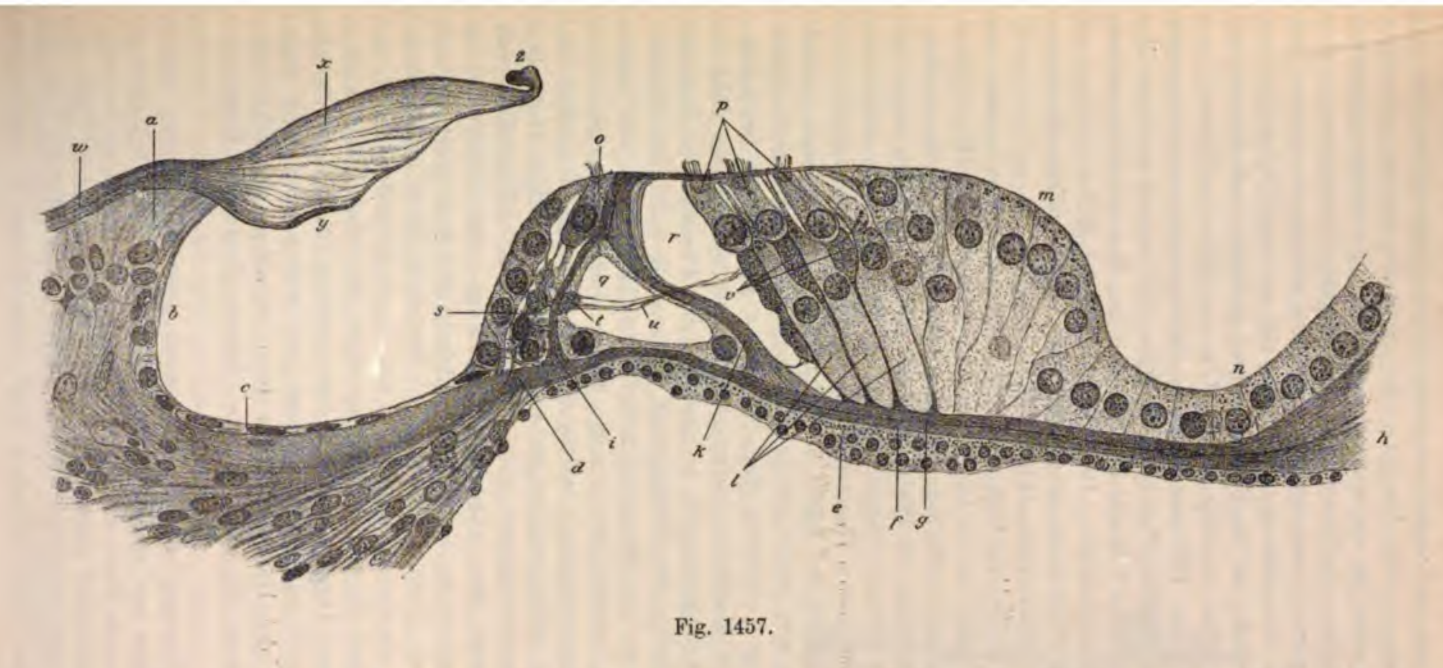


Fig. 1457.

Fig. 1457. Radialer Durchschnitt durch das *Corti*'sche Organ der Basalwindung der Schnecke einer 32jährigen Frau. *Flemming*'s Gemisch, Salpetersäure-Alkohol. Die Basilarmembran in Folge von Schrumpfungen beim Entkalken und Einbetten verbogen, die *Corti*'sche Haut verkürzt. Vergr. 465. *a Labium vestibulare limbi spiralis*; *b Sulcus spiralis*; *c* Epithel desselben; *d* Durchtrittsstelle der Nerven am *Labium tympanicum limbi spiralis* (*Habenula perforata*); *e* tympanale Belegschicht, *f* Faserschicht, *g* obere Grenzschicht der *Lamina basilaris*; *h Ligamentum spirale*; *i* innerer, *k* äusserer Pfeiler mit je einem Bodenkern; *l Deiters*'sche Zellen; *m Hensen*'sche, *n Claudius*'sche Zellen; *o* innere, *p* äussere Haarzellen; *q* Tunnel-, *r Nuel*'scher Raum; *s* Nervengeflecht unter den inneren Haarzellen; *t* spiraler Nervenplexus im Tunnel; *u* radiäre Nervenbündel im Tunnel; *v* die drei spiralen Nervengeflechte unter den äusseren Haarzellen; *w* angewachsener, *x* freier Theil der *Membrana tectoria Cortii*; *y Hensen*'scher Streif; *z* Randfaden.

die Aufgabe hat, die nun zu besprechenden eigentlichen Sinnesepithelzellen, die Haarzellen (*Koelliker*, nicht *Deiters*, der damit die von ihm entdeckten Zellen bezeichnete) in einer für die Aufnahme von Erschütterungen geeigneten Lage zu fixiren. Dieselben sind durch den beschriebenen Stützapparat in sehr regelmässiger eigenthümlicher Anordnung befestigt und werden als innere und äussere Haarzellen unterschieden. Während alle anderen Epithelzellen des *Corti*'schen Organes direkt auf der Basilarmembran aufruhen, befindet sich das untere Ende der Haarzellen ungefähr in der Mitte der Höhe des Epithels, was bereits vor der specifischen Differenzirung des Stützapparates an embryonalen Schnecken deutlich hervortritt (Fig. 1445, S. 920). Es besteht in dieser Beziehung eine augenscheinliche Uebereinstimmung mit den Haarzellen der anderen Nervenendstellen des Gehörorgans. Das obere Ende der Zellen erreicht die Oberfläche des Epithels, über welche etwa 6 μ lange, eigenthümlich angeordnete, ziemlich starre Härchen hervorragen (Fig. 1457, *o*, *p*).

Die inneren Haarzellen (von *Deiters* entdeckt) stehen in einer einfachen, spiralen Reihe dicht an der Innenseite der inneren Pfeiler (Fig. 1453 u. 1454, *a*). Ihr Querschnitt ist elliptisch mit der kürzeren Achse radiär gerichtet. Das obere Ende, aus welchem die Härchen hervorragen, ist quer abgestutzt, das untere stumpf zugespitzt oder auch unregelmässig, nach *Spee* immer dendritisch ausgezackt. Die Zahl der inneren Haarzellen berechnet *Retzius* mit 3500 (3300 *Waldeyer*, 3630 *W. Krause*) gegen 5600 innere Pfeiler. Es kommen daher auf je fünf Haarzellen acht innere Pfeiler. Die Kopfplatten der inneren Pfeiler besitzen halbmondförmige Ausschnitte (Fig. 1453 u. 1454, *b*), welche die Aussenseite der Kopfenden der Haarzellen aufnehmen; wegen der grösseren Zahl der Pfeiler werden diese Ausschnitte von je zwei bis drei Pfeilerplatten begrenzt Die Spitzen der Ausschnitte der Pfeilerplatten hängen mit cuticularen Bedeckungen der nach innen von den Haarzellen befindlichen Epithelzellen, den inneren Stützzellen, zusammen, wodurch eine allseitige, festere Umschliessung der oberen Enden der ersteren hergestellt wird, welche der, die äusseren Haarzellen umrahmenden *Membrana reticularis* verglichen werden kann. Die Haarzellen besitzen ein sehr weiches Protoplasma und schrumpfen oft unter Einwirkung von Reagentien mit Ausnahme ihres oberen fixirten Endes unter Verschmälerung und Verkürzung. Sie erscheinen ziemlich dunkelkörnig und besitzen einen rundlichen Zellkern nahe an ihrem unteren Ende. Das obere Ende enthält einen dunkleren, rundlichen, von Protoplasmakörnern umgebenen Einschluss (*Hensen*scher Körper, Kopfeinlage *Spee*). Aus diesem ragen die cylindrischen, kurzen starren Härchen hervor. Diese sind, von oben gesehen, in einer einfachen, spiralen Reihe (Fig. 1453, *a*), die nach innen eine leichte Einbiegung zeigt, angeordnet. Die Zahl der Härchen beträgt beim Menschen an jeder Zelle nach *Retzius* mindestens 20, während er bei Thieren (Kaninchen, Katze) nur acht zählte.

Die äusseren Haarzellen sind den inneren sehr ähnlich, doch zeigen sie eine cylindrische Form von fast kreisrundem Querschnitte und mit unterem einfach stumpf-kegelförmigem Ende, welches den *Deiters*'schen Zellen an der Stelle anliegt, wo diese zu dem schief aufsteigenden Halse sich verschmälern. Die aus der oberen Endfläche hervortretenden, cylindrischen, steifen Härchen sind in einer stärker gekrümmten, hufeisenförmigen Linie, deren Konkavität nach innen

sieht angeordnet (Fig. 1453 u. 1454, *e*). Ihre Zahl ist dieselbe wie bei den inneren Haarzellen. Der *Hensen*'sche Körper ist deutlicher, als an den inneren Haarzellen und das untere Ende der äusseren Haarzellen enthält einen gelblichen, im Profile dreieckigen, dichteren Einschluss, der den inneren Haarzellen fehlt, und der nach seinem Entdecker als *Retzius*'scher Körper bezeichnet wird (Fig. 1458, *B*, *a*). Sowohl an den inneren als an den äusseren Haarzellen fand in jüngster Zeit *Spee* (l. c.) einfache, punktförmige Centralkörperchen am oberen Zellenende, ausserhalb des *Hensen*'schen Körpers, an der konvexen Seite der hufeisenförmigen Linie der Härchen. Die Anordnung und Zahl der äusseren Haarzellen ist durch die Lücken der *Membrana reticularis*, in welchen — wie bereits erwähnt wurde — die oberen Zellenenden befestigt sind, bestimmt. In der unteren Schneckenwindung, bei vielen Thieren in allen Windungen, befinden sich drei alternirende Reihen von Haarzellen (Fig. 1453, e_1—e_3). Da die Phalangen erster Reihe den äusseren Pfeilern angehören und die beiden anderen Phalangenreihen mit diesen alterniren, so entspricht dann die Zahl der äusseren Haarzellen der dreifachen Zahl der Pfeiler. Beim Menschen und bei einigen Thieren treten aber in der mittleren Schneckenwindung stellenweise vier und in der Spitzenwindung selbst fünf Reihen von Haarzellen auf (Fig. 1454, S. 932). Dabei kommen aber auch mannigfaltige Unregelmässigkeiten vor, indem da und dort die Phalangen dicht aneinanderschliessen und Haarzellen fehlen oder aus ihrer Reihe rücken. Solche Unregelmässigkeiten geringeren Grades finden sich auch bei der dreireihigen Anordnung (siehe Fig. 1453 links die zweite Reihe). Unter solchen Umständen ist die Gesammtzahl der äusseren Haarzellen nicht einfach nach der Zahl der äusseren Pfeiler zu berechnen; *Schwalbe* schätzt dieselbe beim Menschen, unter Berücksichtigung der Unregelmässigkeiten, auf Grund der Angaben von *Retzius* auf 13000 (18000 *Waldeyer*, 19800 *Krause*).

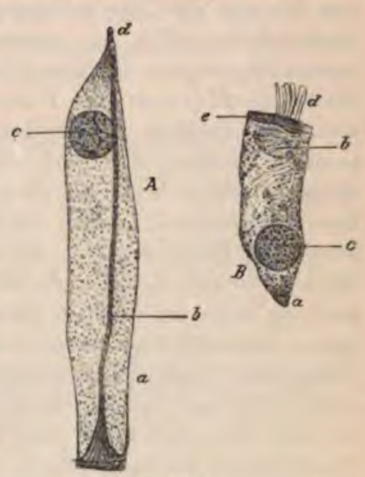


Fig. 1458.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Epithelzellen des *Corti*'schen Organes finden nach innen und aussen eine Begrenzung durch besondere Uebergangszellen zu den Epithelzellen des *Sulcus spiralis*, andererseits der *Zona pectinata*. Innen schliessen sich an die inneren Haarzellen zunächst hohe Epithelzellen, welche die innere Umrandung der Haarzellen bilden. Diese Epithelzellen, welche als innere Stützzellen (*Retzius*) bezeichnet werden, erscheinen an radialen Durchschnitten wie dachziegelförmig sich deckende Körper, die rasch zu dem ganz niedrigen einfachen Epithele des *Sulcus spiralis* hinabsinken (Fig. 1457, *c*). In Wirklichkeit handelt es sich um hohe nach oben etwas

Fig. 1458. Von einem Radiärschnitte desselben Präparates wie Fig. 1457. Vergr. 1000. *A Deiters*'sche Zelle; *a* Fusstheil; *b Retzius*'scher Faden; *c* Kern; *d* Halstheil, schräg abgeschnitten; *B* äussere Haarzelle: *a Retzius*'scher Körper; *b Hensen*'scher Körper; *c* Kern; *d* Härchenbesatz; *e Cuticula*.

verbreiterte Zellen, welche mit schmalem Fusse nach innen von den Nervenlöchern dem *Labium tympanicum* aufsitzen und schief, spiral, aufsteigend der Innenseite der Haarzellen sich anlegen. An radiären Schnitten werden die Zellen schräg abgekappt und scheinen dann wie übereinanderliegend. Unter den inneren Haarzellen befindet sich ein mit dem Tunnel zusammenhängender Raum, der von den aus den Nervenlöchern kommenden Nerven und körnerartigen Zellen grösstentheils erfüllt ist, wovon erst später (§ 349) die Rede sein soll. Die äussere Begrenzung des *Corti*'schen Organes bildet ein hoher Wulst von Zellen, welche als *Hensen*'sche Zellen bezeichnet werden. Wie *Hensen* zuerst nachwies, liegt die obere Fläche des *Corti*'schen Organs der Basilarmembran nicht parallel, sondern bildet mit dieser einen nach aussen offenen Winkel, der je näher der Schneckenspitze um so grösser wird (vergl. Fig. 1446 u. 1447, S. 922). Dem entsprechend nehmen auch die *Deiters*'schen Zellen von innen nach aussen an Höhe zu; fast ebenso hoch sind die zunächst sich anschliessenden *Hensen*'schen Zellen, die einen Wulst bilden, der in der unteren Schneckenwindung rasch nach aussen abdacht, und zuletzt fast senkrecht abfällt, in den oberen Schneckenwindungen aber überhängt und mit den nun folgenden niedrigen Zellen einen nach innen springenden Winkel bildet. Die *Hensen*'schen Zellen (Fig. 1457, *m*) sind anscheinend an radiären Schnitten oft übereinander geschichtet, thatsächlich aber wohl überall einschichtig. Sie entspringen mit schmalem Fusse an der Basilarmembran, werden nach oben breiter und sind zugleich mit ihren Körpern in spiraler Richtung schräg gelegt. Ihre fast kugeligen Kerne liegen in verschiedener Höhe. Durch die schiefe Lage der Zellen und die nach aufwärts erfolgende Verbreiterung derselben erklärt sich das an Radiärschnitten oft sichtbare Trugbild einer mehrfachen Schichtung. Der feinere Bau der Zellen zeigt einige Uebereinstimmung mit dem Protoplasma der *Deiters*'schen Zellen, doch fehlt der *Retzius*'sche Faden. Die obere Fläche der Zellen bedeckt eine dünne cuticulare Verdichtung, welche im Ganzen wie eine Fortsetzung der *Deiters*'schen Schlussrahmen erscheint. Bei manchen Thieren, insbesondere beim Meerschweinchen, enthalten die *Hensen*'schen Zellen ziemlich grosse Fetttropfen. Anschliessend an die *Hensen*'schen Zellen folgen, in einfacher Lage, niedrige kubische im Querschnitte ziemlich regelmässig polygonale Elemente mit körnigen Einschlüssen, die *Claudius*'schen Zellen (Fig. 1457, *n*), welche den äusseren Theil der *Zona pectinata* bekleiden.

Es ist nun noch einer, morphologisch den Otolithenmembranen homologen, cuticularen Haut zu gedenken, welche den *Limbus spiralis* und das *Corti*'sche Organ überdeckt, die *Membrana tectoria* (*Claudius*) oder die *Corti*'sche Haut (*Koelliker*). Dieselbe tritt in der embryonalen Schnecke bereits frühzeitig auf und ist vom Ursprunge der *Reissner*'schen Haut bis in die Gegend der späteren *Deiters*'schen Schlussrahmen, wo sie unter starker Verdünnung sich verliert, als eine dem Epithel aufliegende und wie *Koelliker* nachwies von diesem ausgeschiedene Haut (Fig. 1445 S. 920) zu finden. Man kann an der Haut zwei Abtheilungen unterscheiden: eine innere, befestigte, welche vom Winkel der *Reissner*'schen Haut bis zum Rande der Gehörzähne reicht und eine äussere freie, welche die *Habenula perforata* und das *Corti*'sche Organ überdeckt. Der freie Theil ist in der Mitte am dicksten. Dieser wird von den auffallend hohen Epithelzellen, welche während der Embryonalzeit den *Sulcus spiralis*

erfüllen (*Organon Koellikeri*, *Hensen*), ausgeschieden, rückt aber später von denselben ab, indem diese Zellen später ganz niedrig werden und insbesondere beim Menschen als ganz platte Epithelzellen erscheinen. Durch eine theilweise Verschiebung des *Corti*'schen Organes nach innen, während der Ausbildung des Tunnels, gelangt, wie zuerst *Hensen* zeigte, das *Corti*'sche Organ unter den dickeren Theil der *Corti*'schen Haut. Der äussere Rand der *Corti*'schen Haut hängt vor dieser Verschiebung mit der *Membrana reticularis* zusammen. In der ausgebildeten Schnecke ist aber der Zusammenhang der *Corti*'schen Haut mit der *Membrana reticularis* gelöst und an Schnitten in situ fixirter Präparate findet man die *Corti*'sche Haut fast immer vom *Corti*schen Organe abgehoben und wie frei in die Endolymphe ragend. Es ist aber wahrscheinlich, dass sie im Leben dem *Corti*schen Organe, insbesondere den Haaren der Haarzellen innig anliegt, wie *Hensen* annimmt. Die Haut ist weich, leicht eindrückbar (*Hensen*), dabei ziemlich fest und hat eine faserige Struktur. Der innere dünne Theil zeigt nach der Loslösung häufig die Abdrücke, beziehungsweise anhaftende Reste der Epithelzellen des *Limbus spiralis* (Fig. 1459, *b*), ein Beweis für die innige Verbindung mit den letzteren. Am freien Theile der *Corti*'schen Haut kann man zwei Zonen unterscheiden, welche durch ein dunkleres Band (Fig. 1459, *d*), den *Hensen*'schen Streifen, der bei manchen Thieren (Kaninchen) fehlt, mehr weniger deutlich gegen einander abgegrenzt sind. An senkrechten radiären Durchschnitten erkennt man, dass der *Hensen*'sche Streifen durch eine seichte Furche an der unteren Fläche der Membran bedingt wird (Fig. 1457, *y*), deren Boden durch eine etwas stärker lichtbrechende, cuticulare

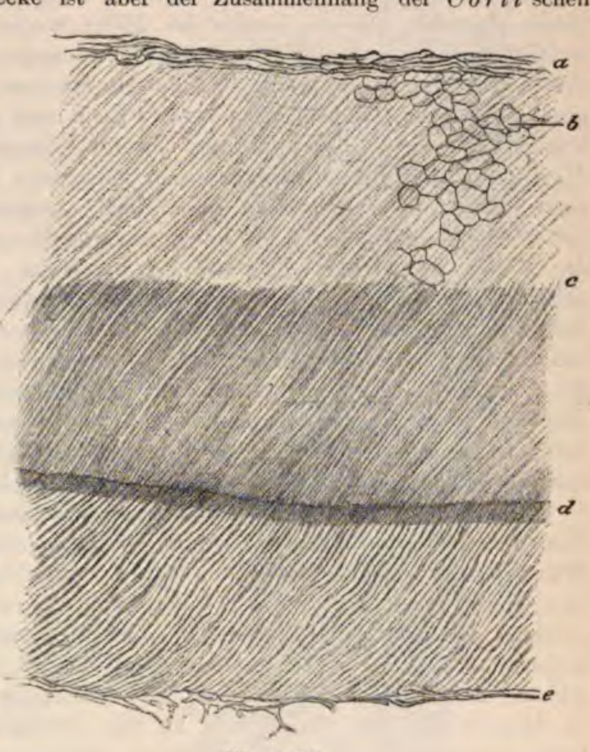


Fig. 1459.

Fig 1459. Vestibulare Flächenansicht der *Membrana tectoria Cortii* aus einer der mittleren Schneckenwindungen vom Meerschweinchen. Osmiumpräparat, isolirt. Vergr. 460. *a* Gegend des Abganges der *Reissner*'schen Haut; *b* Abdrücke von Epithelzellen des *Limbus spiralis*; *c* Grenze der inneren und äusseren Abtheilung; *d* *Hensen*'scher Streifen (durchschimmernd); *e* Randfadennetz. (Der rechte Rand der Zeichnung ist der Schneckenbasis zugewendet.)

Verdichtung oder auch durch Reihen von Höckern (*Hensen*) auffällt. In natürlicher Lage liegt der *Hensen*'sche Streifen wohl den inneren Haarzellen an (*Hensen*). Die Fasern der *Corti*'schen Haut sind schwer isolirbar, doch handelt es sich nicht etwa um eine Streifung, sondern um wirkliche Fasern, da man dieselben an Querschnitten als Punkte erkennen kann. Die Fasern verlaufen nicht radiär, sondern von innen nach aussen spitzenwärts, mit der radiären Richtung ungefähr einen Winkel von 45° bildend. An senkrechten Radiärschnitten erscheint die *Corti*'sche Haut in ihrem dicken Theile konvex gewölbt; unten, abgesehen von der Furche des *Hensen*'schen Streifens, fast eben. Die verhältnissmässig derben Fasergeflechte des inneren, dünnen Theiles gehen im dicken Theil in zahlreiche feinere Fasern auseinander, welche im Bogen und gegen den freien Rand, an der unteren Fläche mehr gestreckt verlaufen. An der letzteren findet sich als Grenze ein dickeres Fasergeflecht, das im Bereiche des *Hensen*'schen Streifens zu einer mehr homogenen Masse zusammenfliesst und nach aussen von diesem dann noch einen strangartigen Abschluss am Rande der Deckhaut bildet, der nicht selten netzartige Lückenbildungen (Fig. 1459, e), das Randfadennetz (*Löwenberg*), aufweist. An Schnittpräparaten zeigt sich der Randstrang in der Regel gegen die obere Fläche der Haut umgeschlagen. Entwicklungsgeschichtlich entspricht das Randfadennetz jenem Theile der *Corti*schen Haut, der an der *Membrana reticularis* befestigt war. Der freie Theil der *Corti*'schen Haut nimmt, ähnlich wie die Basilarmembran, von unten nach oben an Breite zu und misst in der Basalwindung beim Menschen beiläufig 120 μ in der Spitzenwindung, 240 μ in radiärer Richtung. Der vertikale Durchmesser der dicksten Stelle ändert sich nur wenig, er beträgt 24—25 μ (*Retzius*).

Es erübrigt noch eine genauere Besprechung der Verhältnisse der äusseren Wand des Schneckenganges und der *Reissner*'schen Haut. Die äussere Wand des Schneckenganges ist mit dem Perioste überall verwachsen, doch kann man dieses von jenen dadurch unterscheiden, dass zwischen beide ein mehr lockeres Gewebe sich einschiebt. Die ziemlich derbfaserige, zellenreiche, bindegewebige Grundlage des Schneckenganges hängt mit der polsterförmigen, im Querschnitte dreieckigen Verdickung des *Ligamentum spirale* innig zusammen. In dieser Verdickung finden sich bis zur *Prominentia spiralis* viele spindelförmige Zellen, welche, wie *Koelliker* nachwies, von *Bowman* mit Unrecht für glatte Muskelfasern gehalten wurden. Die *Prominentia spiralis* ist übrigens beim Menschen, im Gegensatze zu den Verhältnissen bei Thieren, nur in der unteren Schneckenwindung deutlich, während sie weiter aufwärts mehr und mehr sich abflacht. Die *Claudius*'schen Zellen setzen sich am *Ligamentum spirale* in ein eigenthümliches einschichtiges Epithel fort, das dadurch ausgezeichnet ist, dass die unteren Zellenenden mit reichlich verzweigten Fortsätzen in das Bindegewebe eindringen, wodurch die Grenze der beiderlei Gewebe verwischt erscheint (*Prenant*, in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 9. Bd.; *G. Retzius*, in Biol. Unters. N. F. 5. Bd.). Dieses eigenthümliche Epithel kleidet den sogenannten *Sulcus spiralis externus* aus, der von der Einpflanzung der Basilarmembran in das *Ligamentum spirale* bis zur *Prominentia spiralis* reicht. *Prenant* ist geneigt, diesen Zellen kontraktile Eigenschaften zuzuschreiben, eine Ansicht, die jedoch nicht genügend begründet ist. Von der *Prominentia* an enthält das Bindegewebe in seiner oberflächlichsten Lage zahlreiche Blutgefässe

und geht in das hohe Epithel über, welches die Wand des Schneckenganges von der *Prominentia spiralis* bis zur Ansatzlinie der *Reissner*'schen Haut bedeckt. Diese gefässreiche, durch viele nahe an die Lichtung des Schneckenganges vordringende Kapillaren ausgezeichnete Region wird als *Stria vascularis* bezeichnet (Fig. 1460). Beim Menschen beginnt dieser Streifen — soweit eine *Prominentia* vorkommt — erst etwa 30 μ über der letzteren. Das Epithel dieser Gegend erscheint geschichtet, mit niedrigen Zellen in der Tiefe und cylindrischen Zellen an der Oberfläche; doch handelt es sich vielleicht nur um eine mehrreihige, nicht wirklich geschichtete Anordnung. Trotz der Einwendungen von *Katz* und *Denis*, scheint es mir seit den Untersuchungen von *Retzius* und *Prenant* nicht mehr zweifelhaft, dass die tiefen Zellen wirklich dem Epithele und nicht dem Bindegewebe zugehören. Die Zellen enthalten gelbbraune oder braune Pigmentkörner; bei Thieren auch Fetttröpfchen. Was aber dieses Epithelium von allen anderen des menschlichen Körpers unterscheidet, ist sein Verhalten zu den Blutkapillaren; es ist, wie seit den Untersuchungen von *Retzius* nicht mehr zu bezweifeln ist, ein wahrhaft gefässhaltiges Epithel. Die kapillaren und präkapillaren Venen berühren nämlich nicht nur an zahlreichen Stellen die Basálflächen der Epithelzellen, sondern dringen thatsächlich so zwischen dieselben ein, dass die Gefässröhrchen von allen Seiten von den Epithelzellen berührt und von entsprechenden Einbuchtungen derselben begrenzt werden. Dadurch entstehen die mannigfaltigsten Zellformen. Durch dieses eigenthümliche Verhalten der Blutkapillaren erscheint die Grenze zwischen Epithel und Bindegewebe an Schnitten, besonders wenn dieselben nicht genau senkrecht zur Epithelgrenze geführt sind, oft wie verwischt. Die Grenzfläche zwischen Epithel und

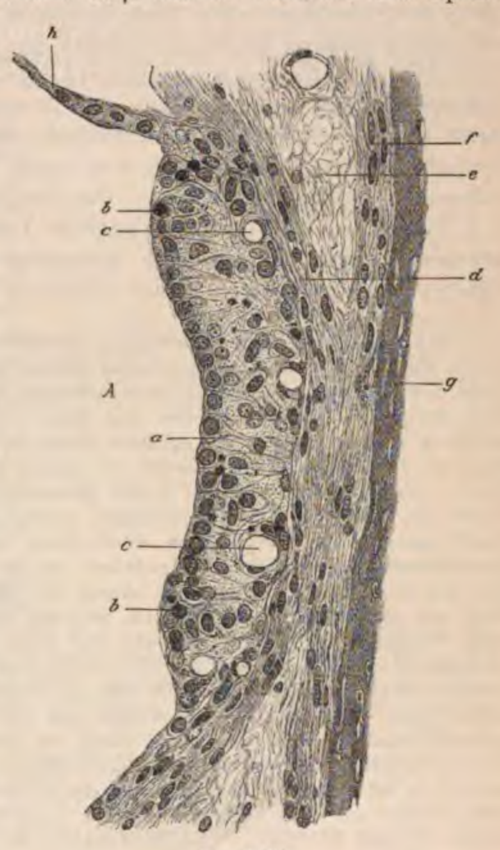


Fig. 1460.

Fig. 1460. Radialer Querschnitt der *Stria vascularis* aus der Spitzenwindung der Schnecke einer 32jährigen Frau. *Flemming*'s Gemisch, Hämatox., Eosin. Vergr. 325. *A* Lichtung des Schneckenganges; *a* Epithelzellen der *Stria*; *b* Pigment in denselben; *c* Blutgefässe im Epithel; *d* zellenreiches Bindegewebe; *e* lockeres Gewebe; *f* Periost; *g* Knochen; *h* *Reissner*'sche Haut.

Bindegewebe ist, wegen der übertretenden Gefässe, meist uneben, obwohl grössere Erhebungen (Papillen oder Falten) vollständig fehlen. Die *Stria vascularis* steht wahrscheinlich zur Absonderung der Endolymphe in naher Beziehung und es verdient bemerkt zu werden, dass bei Vögeln und Reptilien eine, durch reichliche Faltenbildung ausgezeichnete, gefässhaltige Epithelformation mit zweierlei Zellen in der Schnecke vorkommt, welche als *Tegmentum vasculosum* (*Deiters*) bezeichnet wird. Doch entspricht diese Bildung morphologisch nicht der *Stria vascularis* der Säuger, sondern der *Reissner*'schen Haut der letzteren.

Die *Membrana vestibularis* oder *Reissner*'sche Haut zeigt einen verhältnissmässig einfachen Bau. Sie ist nur 3 μ dick und besteht aus einer zarten Bindegewebsschicht, die bei Thieren, nicht aber beim erwachsenen Menschen, Blutgefässe enthält und aussen von einem hie und da Pigmentkörnchen enthaltenden Endothel bedeckt ist. Das Epithel besteht aus ganz flachen, etwa 2 μ dicken, 15—25 μ grossen, gelbliche Pigmentkörnchen enthaltenden Zellen, zwischen welchen da und dort höckerartig vorspringende Gruppen kleinerer, körniger Epithelzellen vorkommen (*Retzius*).

Von den zahlreichen verwickelten Strukturverhältnissen des *Corti*'schen Organes macht die völlige Aufklärung des Baues der Haarzellen und *Deiters*'schen Zellen noch heute Schwierigkeiten. Seit den Untersuchungen von *Retzius* steht wohl unzweifelhaft fest, dass die *Corti*'schen Zellen mit ihrem unteren Ende nicht bis an die Basilarmembran reichen, sondern in mittlerer Höhe des Epithels enden. Die Art der Anlagerung an die *Deiters*'schen Zellen ist jedoch eine eigenthümliche. *Gottstein* und *Waldeyer* (in *Stricker*'s Handb. S. 936) betrachteten die Haarzellen und *Deiters*'schen Zellen als Zwillings- oder Doppelzellen, welche miteinander verwachsen sein sollten. Die Doppelzelle mit zwei Kernen würde einen an der Basilarmembran entspringenden Basalfortsatz besitzen, der nach aufwärts, in der Nähe des unteren Kernes, sich theilt und mit dem einen Ast gegen den oberen, der eigentlichen Haarzelle angehörigen Kern zieht und diesen zangenartig umfasst, während der andere Ast schräg aufsteigt und mit einer Phalangenplatte endigt. *Katz* hat später eine Beschreibung gegeben, welche einigermassen die Darstellung von *Gottstein* und *Waldeyer* und von *Retzius* in sich vereint. *Katz* findet, wie fast alle neueren Untersucher, die Haarzellen und *Deiters*'schen Zellen völlig getrennt; er weicht aber von der *Retzius*'schen Darstellung, der auch ich mich angeschlossen habe, darin ab, dass er den *Retzius*'schen Faden der *Deiters*'schen Zelle, welcher dem Basalfortsatze von *Gottstein* und *Waldeyer* entspricht, in der Nähe des unteren Endes der Haarzelle sich theilen und letzteres in ähnlicher Weise mit dem einen Aste zangen- oder becherförmig umfassen lässt, wie dies *Gottstein* und *Waldeyer* für den Kern der Haarzelle annahmen. Die Ansicht, dass das untere Ende der Haarzellen mit einem Fortsatze sich an der Basilarmembran anhefte, ist heute wohl fast allgemein als unrichtig anerkannt; nur *Cannieu* hat sie noch in neuerer Zeit festgehalten.

Die Kopfeinlage der Haarzellen hat Graf *Spee* (l. c.) in neuerer Zeit genauer untersucht. Sie ist in den inneren Haarzellen eine mehr flache Platte; in den äusseren Haarzellen ein keilförmig nach abwärts zugespitzter und innen abgeplatteter Körper. Die Haare scheinen diesem Körper direkt aufzusitzen; einen cuticularen Aufsatz in Form der *Retzius*'schen Endscheibe, wie auch ich einen solchen in Fig. 1458, *B* dargestellt habe, hält *Spee*, laut brieflicher Mittheilung, für ein Trugbild. Die Kopfeinlage *Spee*'s ist wohl zweifellos identisch mit dem *Hensen*'schen Körper, obwohl *Hensen* das von ihm entdeckte Gebilde als eine Kapsel beschreibt, welche von einem Faden spiral umwunden ist. Von diesem Faden konnten spätere Beobachter nichts wahrnehmen. Die von *Spee* entdeckten, einfachen Centralkörperchen liegen der Kopfeinlage nahe deren oberem Ende an der Aussenseite (siehe oben) an. Ob die Kopfeinlage nicht trotzdem aus einer Sphäre hervorgeht, muss dahingestellt bleiben, da wir ja an den Idiozomen der Samenzellen bereits ein Beispiel der Auswanderung von Centralkörpern aus einer

Sphäre vor uns haben. In den Epithelzellen der embryonalen Meerschweinchenschnecke, besonders schön im *Sulcus spiralis externus*, in der *Stria vascularis* und an der *Reissner*schen Haut fand in jüngster Zeit *H. Joseph* (in Arbeit. d. zoolog. Institute in Wien, 14. Bd. S. 43) doppelte Centralkörperchen (Diplosomen) mit Centralgeisseln, ähnlich, wie sie *Zimmermann* in den Zellen der Haarkanälchen (siehe S. 356) beschrieben hat.

Ueber die *Corti*'sche Haut herrschten bis zu den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen *Koelliker*'s sehr unklare Vorstellungen und glaubte man ziemlich allgemein, dass dieselbe bis an die *Prominentia spiralis* reiche und dort sich fest hefte, eine Ansicht, der neuerlich wieder *Barth* und *Dupuis* in etwas abgeänderter Form sich zuneigten. *Koelliker*'s erste Abbildungen (Fig. 1444, S. 918 und die beistehende Fig. 1461) liessen die *Corti*'sche Haut an der Grenze zwischen grossem und kleinem Epithelwulst der embryonalen Schnecke, d. i. in der Gegend der inneren Haarzellen enden. Dies hat sich insbesondere durch die späteren Untersuchungen *Hensen*'s und *Böttcher*'s nicht bestätigt, indem diese zeigten, dass der äussere Theil der *Corti*schen Haut, das spätere Randfadennetz, noch die Gegend der äusseren Haarzellen (vergl. Fig. 1445) umfasst. Die Hauptsache, dass die *Corti*'sche Haut eine Cuticularbildung der Epithelzellen des *Ductus cochlearis* ist, bleibt aber auch heute aufrecht. Es ist jedoch nebst den beiden Antheilen, welche vom Epithel des *Limbus spiralis* und des *Sulcus spiralis* (*Koelliker*'sches Organ) gebildet werden, seit *Boettcher*'s Untersuchungen noch ein dritter, der dem *Loewenberg*'schen Randfadennetz entspricht, zu unterscheiden, welcher vom *Corti*schen Organe selbst ausgeschieden wird. *Boettcher* liess die *Cuticula* dort in Form von deckelartigen Abscheidungen, die sich zu Fasern verlängern, von den Haarzellen ausgehen, während *Hensen* und *Retzius* das Randfadennetz nur von den *Deiters*'schen Zellen herleiten. *Boettcher* ging sogar soweit die Haare der Haarzellen als durch das Abreissen der cuticularen Fäden entstandene Kunstprodukte anzusehen, was offenbar nicht haltbar ist. In neuerer Zeit wollten *Czinner* und *Hammerschlag* (in Sitzber. d. k. Akad. in Wien. III. Abth. 106. Bd.) die von *Koelliker* begründete Darstellung der Entwicklung der *Corti*'schen Haut erschüttern und nachweisen, dass dieselbe ausschliesslich von ihrem befestigten Theile nach aussen wächst, also nur von den Epithelzellen der *Habenula sulcata* gebildet werde und nur sekundär, während der Embryonalperiode zeitweilig mit der Oberfläche des *Corti*'schen Organs verklebe. Diese wenig befriedigende Darstellung wurde jedoch bald durch *O. Rickenbacher* (in Anat.



Fig. 1461.

Fig. 1461. Querschnitt der ersten Windung der Schnecke, ohne knorpelige Umhüllung von einem 6½" langen Kalbsembryo, vergr. dargestellt. *t Scala tympani*; *v Scala vestibuli*; *m Canalis cochlearis*; *zo* später verknöchernder Theil der *Lamina spiralis*; *h* Vorsprung der *Habenula sulcata*, von wo die von *Koelliker* sogenannte *Reissner*'sche Membran (*R*) oder die Begrenzungshaut des *Ductus cochlearis* entspringt; *z* Zähne der ersten Reihe; *b Membrana basilaris*; *sp Ligamentum spirale*; *pp* inneres Periost der Schnecke; *sv* Gegend der *Stria vascularis*, an der äusseren Wand des Schneckenkanales; *e—e''''* Epithel des Schneckenkanals; *e* Epithel der *Reissner*'schen Membran; *e'* Epithel der *Habenula sulcata Cortii*; *e''* sehr dickes Epithel im *Sulcus spiralis* und auf der *Habenula perforata*; *cc' Corti*'sche Membran, die auf *e'* und *e''* aufliegt; *e'''* Erhebung des Epithels, die wesentlich zum *Corti*'schen Organe sich umzuwandeln scheint; *e''''* Vorsprung des *Ligamentum spirale* unterhalb der *Stria vascularis*, an den früher alle Forscher, mit Ausnahme von *Reissner*, die Deckmembran des *Ductus cochlearis* sich ansetzen liessen. (Aus der 4. Aufl. dieses Handbuches 1863.)

Hefte, 16. Bd. S. 383) widerlegt und die Auffassung *Koelliker*'s, die bis dahin unb stritten war, durch neue Nachweise gefestigt. Die schwierigste Partie ist das Randfade netz, das nach den Untersuchungen *Rickenbacher*'s aus einer besonderen Deckschicl der *Membrana reticularis* hervorgeht, in welche die Haare der Haarzellen hineinrage Mit *Boettcher* findet *Rickenbacher*, dass man vor der Ablösung des Randfasernetz den Haaren der Haarzellen deckelartig aufsitzende Fasern beobachten kann. Ich selb habe mich öfter bemüht über diesen schwierigen Punkt ins Klare zu kommen, glau aber, dass die von *Boettcher* und *Rickenbacher* gesehenen Deckel nur Trugbild sind, während in Wahrheit die Fasern an den Phalangen sich ansetzen. Die Frage, die *Corti*'sche Haut im ausgebildeten Zustande noch einen Zusammenhang mit d *Membrana reticularis* beziehungsweise dem *Corti*'schen Organe besitzt oder frei ende ist heute noch nicht mit voller Sicherheit gelöst, da es bisher unmöglich war, über di natürliche Lage der *Corti*'schen Haut im Leben eine Anschauung zu gewinnen. Doc ist zweifellos, dass *H. Ayers* die über die *Corti*'sche Haut sicher festgestellten Tha sachen nicht hinreichend kennt, wenn er dieselbe mit der *Cupula* der Ampullenleiste zusammenwirft und glaubt, sie sei ein durch zusammengeschrumpfte Haare von Haa zellen entstandenes Kunstprodukt.

§ 349.

Die Endigung des Schneckennerven im *Corti*'schen Organe. Gefässe des Labyrinthes.

Die Ganglienzellen des von *Corti* entdeckten *Ganglion spirale* sind etwas kleiner als jene der Vorhofsnerven, 24—35 μ gross, im Uebrigen aber von ganz ähnlichem Baue, von bipolarem Typus und wie die Spinalganglienzellen von bindegewebigen, zelligen Scheiden umhüllt (Fig. 1462). Die vom Ganglion durch den innersten Theil des knöchernen Spiralblattes zum Stamme des Schneckennerven ziehenden Nervenfasern sind 1,2—2,5 μ dick und bilden dichte Geflechte. Während der centrale Nervenfortsatz der Ganglienzellen auf diesem Wege gegen das Gehirn zieht, zeigen die peripheren Neuritfortsätze sehr verwickelte Verhältnisse. Nur ein Theil derselben zieht radiär durch die knöcherne Spirallamelle, hält jedoch auf diesem

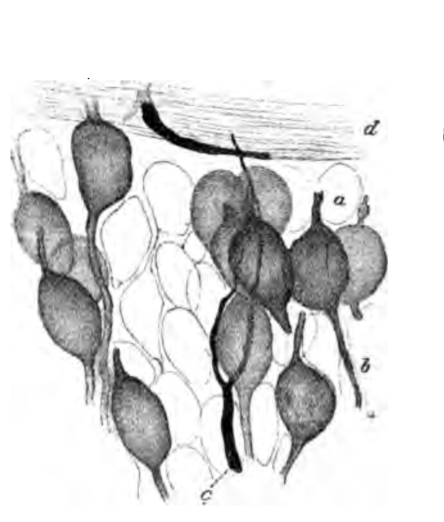


Fig. 1462.

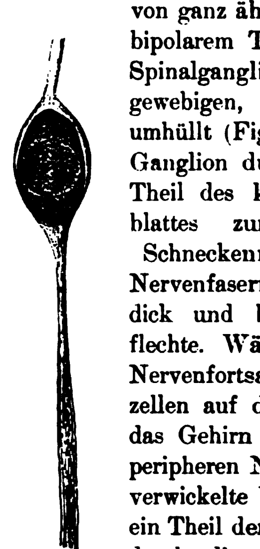


Fig. 1463.

Fig. 1462. Horizontalschnitt von der Schnecke eines jungen Meerschweinchen. *Golgi*-Präparat von Dr. *M. Hofmann*. Vergr. 325. Bipolare Ganglienzellen des *Ganglion spirale* mit imprägnirter Scheide der abgehenden Nervenfasern und der Ganglienzelle. *a* Peripherer, *b* centraler Nervenfortsatz; *c* Blutgefässe (schwarz); *d* spiraler Nervenzug nach aussen vom Ganglion; die nicht imprägnirten Ganglienzellen in Contouren.

Fig. 1463. Bipolare Ganglienkugel aus dem *Ganglion spirale* des Schweins. Vergr. 350. Nach *Corti*.

Wege keineswegs eine geradlinige Richtung ein, indem die 15—30 μ dicken Faserbündel seitlich überall unter spitzwinkligen Theilungen zusammenhängen und dadurch ein dichtes Geflecht mit radiär in die Länge gezogenen Maschen bilden (Fig. 1464). Am dichtesten ist das Geflecht im Basaltheile der Schnecke; gegen den *Hamulus* wird dasselbe allmählich lockerer und bildet in der Spitzenwindung nur mehr eine dünne Lage. Dieses Verhalten der Nerven wäre bei radiärem Verlaufe der vom Ganglion kommenden Fasern zu den Endpunkten im *Corti*'schen Organe, welche die Haarzellen sind, nicht verständlich, da die Haarzellen nach der Spitzenwindung nicht weniger sondern zahlreicher werden. Schon die Thatsache, dass das aus dem Ganglion hervorkommende Geflecht in den unteren Windungen die grösste Dicke und Masse besitzt, lässt sich nur unter der Annahme verstehen, dass ein guter Theil der aus dem Ganglion kommenden Fasern nicht für die in radiärer Richtung gelegenen Endorgane, sondern für weiter nach oben gelegene Theile des *Corti*'schen Organes bestimmt ist. Für diese Annahme spricht ferner augenscheinlich die Thatsache, dass neben den in der Hauptsache radiär laufenden Geflechten in den unteren Schneckenwindungen in dem Ganglion selbst und unmittelbar nach aussen von demselben, Bündel von 10—100 μ Durchmesser in spiralem Verlaufe die radiären Bündel fast rechtwinklig kreuzen (Fig. 1465, *cc*). Gegen die Spitzenwindung nehmen dieselben an Zahl und Dicke ab. Diese spiralen Züge markhaltiger Fasern wurden im *Ganglion spirale* zuerst von *Koelliker* (Mikrosk. Anat. II. 2. Abth. S. 750 und die von dort entnommene Abbildung Fig. 1464), die ausserhalb des Ganglions gelegenen später von *Boettcher* (in *Virchow*'s Arch. 17. Bd. S. 250) genauer beschrieben. Die Bedeutung dieser spiralen Faserzüge war lange Zeit völlig unverständlich und fand erst durch die neueren, mit Hilfe der *Golgi*-Methode angestellten Untersuchungen von *G. Retzius*, *van Gehuchten*, *H. Ayers* und *Held* eine Aufklärung, die allerdings noch lange nicht erschöpfend ist.

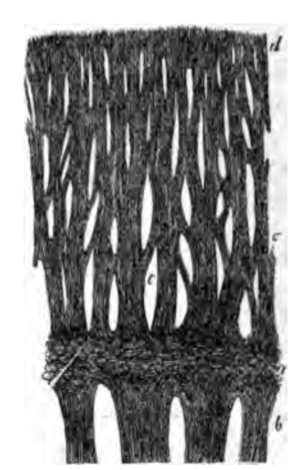


Fig. 1464.

Um das Verhalten der Nerven zu verstehen, ist es wichtig von den embryonalen Zuständen auszugehen. Wie wohl zuerst *H. Ayers* bemerkte (Anat. Anz. 8. Bd. S. 439), kommen im *Ganglion spirale* multipolare Zellen vor, doch erst *Retzius* (in Biol. Unters. N. F. 6. Bd. 1894) zeigte, dass bei Embryonen (Maus, Ratte) aus den Ganglienzellen (Neuroblasten) zwar ein einfacher Nervenfortsatz gegen das Gehirn hervorwächst, peripher gegen das

Fig. 1464. Endplexus der dunkelrandigen Schneckennerven aus der *Zona ossea* der ersten Schneckenwindung des Ochsen. Vergr. 100, nach Behandlung mit Salzsäure. *a* *Habenula ganglionaris Corti* mit vielen querverlaufenden Nervenfasern, 0,22—0,45 mm breit; *b* vom *Modiolus* in dieselbe eintretende Stämme von 0,2—0,45 mm Breite; *c* aus der Nervenzellenschicht hervortretende, vielfach verbundene Zweige von 53—200 μ, die bei *d* in einen zusammenhängenden Saum von 53—90 μ Breite übergehen. (Aus mikroskop. Anat. 1854.)

Corti'sche Organ aber zunächst Dendriten aussprossen, die erst später gegen die Ganglienzelle zu einer gemeinsamen Faser vereint werden, indem gleichsam das periphere Ende der Zelle zu einer Faser sich verdünnt, wodurch aus der ursprünglich multipolaren Zelle eine bipolare wird. Die peripheren Nervenfasern, die man nach *Retzius* ursprünglich als Dendriten auffassen kann, entspringen also schon frühzeitig zu mehreren aus je einer Ganglienzelle. Indem diese Fasern weiter wachsen, wird ihre spätere gemeinsame Ursprungsfaser zu einer Hauptfaser und die Theilungsäste, so weit sie im Bereiche der knöchernen Spirallamelle bleiben, zu Collateralen einer spiral laufenden, markhaltigen Faser, welche Collateralen radiär gegen das *Corti*'sche Organ ziehen. Diese Entwicklung



Fig. 1465.

kann man aus den Abbildungen von *Retzius* (Biol. Unters. N. F. 3. Bd. 1892, 5. Bd. 1893 u. l. c.), von welchen eine in Fig. 1466 hier wiedergegeben ist, bereits entnehmen; doch hat *Retzius* darüber sich nicht eingehend geäussert, da es ihm in den citirten Arbeiten, widersprechenden Angaben gegenüber, nur um den bestimmten Nachweis zu thun war, dass die Nerven, wie zuerst *His* behauptete, aus den Ganglienzellen in das *Corti*'sche Organ beziehungsweise in alle Nervenendstellen des Gehörorgans hineinwachsen und nicht umgekehrt aus den Haarzellen in den Nervenstamm, welcher Nachweis ihm auch vollständig gelungen ist. Die Thatsache, dass die spiral auswachsenden Nervenfasern, welche die markhaltigen spiralen Nervenzüge bilden, auf weite Strecken hin verlaufen und auf diesem Wege Collateralen abgeben, hat erst *Held* (Arch. f. Anatomie

Fig. 1465. Radiärer Schnitt der Basalwindung der Schnecke von der Katze. Osmiumpräparat. Entkalkt in Salpetersäure. Vergr. 85. *A Ductus cochlearis*; *B Scala vestibuli*; *C Scala tympani*; *a* Bündel des *Nervus cochleae* durch Osmium schwarz gefärbt; *b Ganglion spirale*; *c* spirale Nervenbündel; *d* vom Ganglion kommendes Nervenbündel, welches bei *e* (*Habenula perforata*) marklos wird; *f Limbus spiralis*; *g Corti*'sches Organ, die Pfeiler dunkel; *h Membrana vestibularis*; *i* Knochen der *Lamina spiralis ossea* mit Gefässen.

und Phys. 1897, S. 350, besonders hervorgehoben. *Held* konnte beim nahezu reifen Kaninchenembryo die Spiralfasern, welche Collateralen zum *Corti*'schen Organe abgeben, über eine Viertelschneckenwindung verfolgen, wobei Anfang und Ende der Spiralfaser abgeschnitten war, woraus auf einen noch längeren

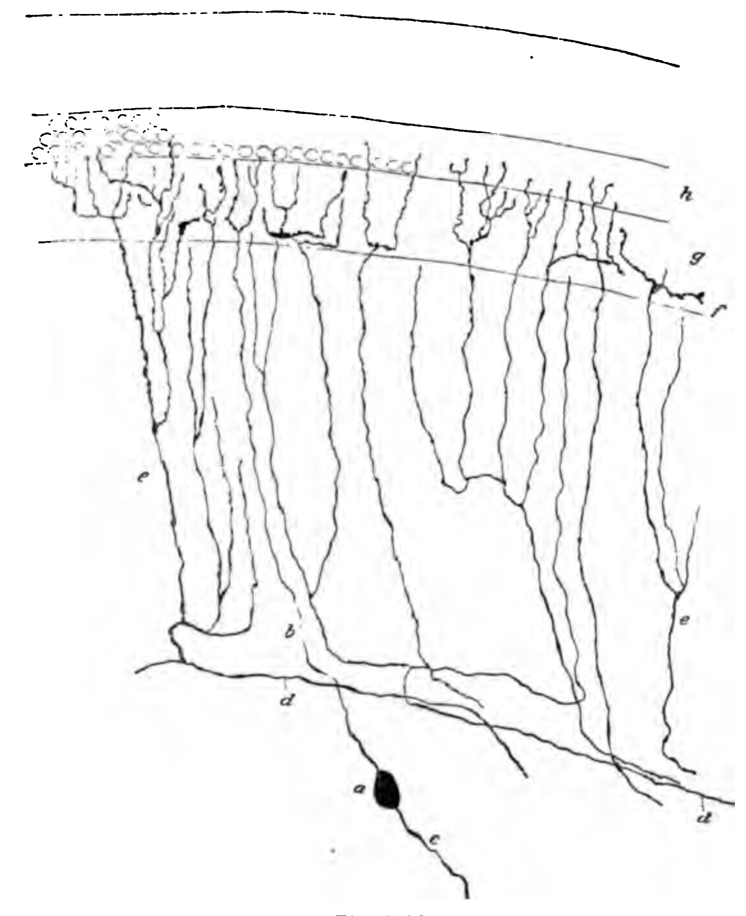


Fig. 1466.

Verlauf derselben zu schliessen ist. Fasst man die neueren Ermittlungen zusammen, so kann man wohl mit ziemlicher Sicherheit sagen, dass die aus dem *Ganglion spirale* hervortretenden Nervenfasern in ihrer überwiegenden Mehrzahl aus den Ganglienzellen kommen und dass diese Fasern nach kürzerem oder

Fig. 1466. Schnitt parallel der Fläche der *Lamina spiralis* von einer 5½ Tage alten Maus. *Golgi*-Präparat nach *Retzius*. Vergr. ca. 200. Nur die Nerven dargestellt. *a* Ganglienzelle des *Ganglion spirale*; *b* peripherer, *c* centraler Nervenfortsatz derselben; *d* spirale markhaltige Fasern; *e* radiär verlaufende verzweigte Nervenfasern; *f* Gegend der *Habenula perforata*; *g* Region der Pfeiler-, *h* der äusseren Haarzellen. Die spiralen Faserzüge im *Corti*'schen Organ noch nicht deutlich entwickelt.

längerem Verlaufe sich theilen und in Fasern übergehen, die nun die Geflechte der Radiärfasern herstellen. Ein Theil dieser Fasern geht noch im markhaltigen Zustande innerhalb der knöchernen Spirallamelle in Spiralfasern über, die dann radiär verlaufende Collateralen abgeben, andere Fasern laufen, wie es scheint radiär ungetheilt bis zur *Habenula perforata*, um erst später im marklosen Zustande sich zu theilen und theilweise spirale Fasern zu bilden. Damit kommen wir zum zweiten Theile des Spiralfasersystems des Schneckennerven, das sich im Bereiche des *Corti*'schen Organes selbst ausbreitet und von *Deiters* entdeckt wurde. Während *Corti* glaubte, die aus dem *Labium tympanicum* des *Sulcus spiralis* austretenden Nerven fänden ihr Ende auf der tympanalen Fläche der Basilarmembran, wies zuerst *Koelliker* nach (vergl. Fig. 1449, S. 925), dass die Nerven, nachdem sie ihre Markscheide verloren haben, durch

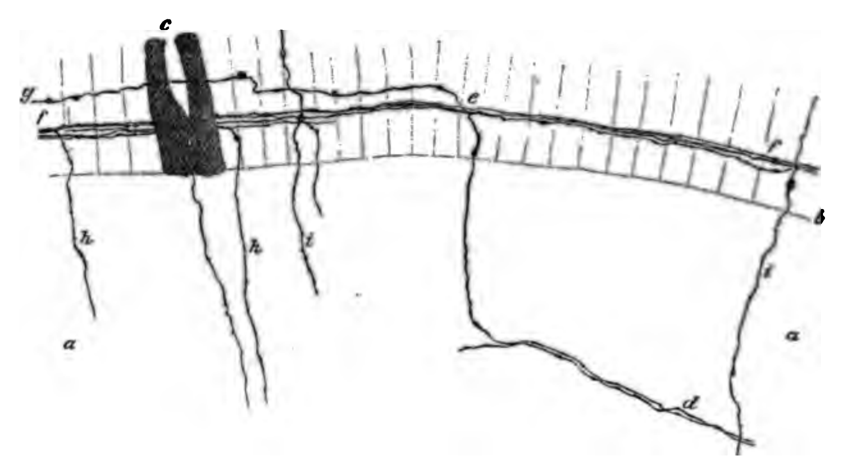


Fig. 1467.

die Löcher seiner *Habenula perforata*, knapp an den Füssen der inneren Pfeiler auf die vestibulare Seite der Basilarmembran und in das *Corti*'sche Organ gelangen. Dass die marklos gewordenen Fäserchen nicht in die *Corti*-schen Pfeiler übergehen, wie *Koelliker* anfänglich dachte, sondern noch als feine variköse Fäserchen im *Corti*'schen Organe weiter verlaufen, zeigte zuerst *Max Schultze*. Die Nervenfasern sind beim Eintritt in die Löcher zu einem Bündelchen von vielleicht einem Dutzend oder mehr Fasern vereint, welches gegen das obere Ende des Nervenloches kegelförmig sich verschmälert. Diese Verschmälerung ist wesentlich durch Verschwinden der Markscheiden bedingt.

Fig. 1467. Horizontalschnitt durch eine Schneckenwindung von einem frisch geworfenen Meerschweinchen. *Golgi*-Präparat von Dr. *Max Hofmann*. Tympanale Flächenansicht. Vergr. 370. *a Lamina spiralis ossea*; *b* Gegend der Nervenlöcher und der Füsse der inneren Pfeiler; *c* zwei innere Pfeilerzellen imprägnirt; *d* Spiralfaser, welche in einen radiären Verlauf umbiegt und nach dem Durchtritt durch ein Nervenloch bei *e* in den inneren Spiralstrang unter den inneren Haarzellen *ff* eintritt, von welchem an derselben Stelle eine Faser *eg* in den Tunnelstrang abbiegt; *hh* radiäre Fasern in den inneren spiralen Haarzellenstrang verfolgbar; *ii* Nervenfasern, die direkt radiär gegen den äusseren Theil des *Corti*'schen Organes ziehen, wo ihr weiterer Verlauf nicht sichtbar war.

Am Innenende der Füsse der inneren Pfeiler treten die nun marklosen Achsencylinder in den Raum, der — unter den inneren Haarzellen gelegen — nach innen von den inneren Stützzellen, nach aussen von den inneren Pfeilern begrenzt wird (Fig. 1457, S. 935). Hier bilden die Nerven ein dichtes Geflecht von Fäserchen, in welchem auch zarte ästige Zellen mit blassen kleinen Kernen gelegen sind, die wahrscheinlich den Nervenscheiden angehören. Sie müssen entweder als bindegewebige Elemente, die mit den Nerven noch in diese Region des Epithels mit hineingewachsen sind, angesehen werden, oder als gliaartige Zellen epithelialer Abstammung. Sie wurden früher für kleine Ganglienzellen (*Boettcher*) gehalten und von *Waldeyer* u. A. den inneren Körnern der *Retina* verglichen. Doch ist diese Ansicht, welche in neuester Zeit *Ichita Kishi* (in Arch. f. mikr. Anat. 59. Bd. S. 144) wieder vertheidigt, gegenüber den Ergebnissen über die Entwicklung der Nerven (siehe oben) nicht mehr haltbar. Das feine Nervengeflecht besteht aus Fäserchen, welche in verschiedenen Richtungen spinnennetzartig sich durchkreuzen. Ein Theil der Fäserchen zeigt, wie ich mich an *Golgi*-Präparaten mit Bestimmtheit überzeugte (Fig. 1467 u. 1468), einen spiralen Verlauf, ein anderer Theil tritt zwischen den inneren Pfeilerfüssen gegen den Tunnelraum (Fig. 1457) und ein Theil steigt nach oben, um an den inneren Haarzellen zu endigen. Hier legen sie sich als feinste Endgeäste an den unteren Theil der Haarzellen dicht an; ihr feineres Verhalten ist nicht ganz aufgeklärt, doch ist jedenfalls nach den Untersuchungen von *Retzius* und *A. Geberg* (Anat. Anz. VIII. S. 20) als sicher anzunehmen, dass die Nervenfäserchen bei der Entwicklung erst sekundär mit den Haarzellen in Kontakt kommen und nicht aus denselben entspringen. Bei Weitem die Hauptmasse der Fasern des Nervengeflechtes über der *Habenula perforata* tritt zwischen den inneren Pfeilern in den Tunnelraum und bildet hier an der Aussenseite der inneren Pfeiler, etwas über den Fussplatten (Fig. 1457, *t*) ein zweites spirales Geflecht, welches im Querschnitte als rundlicher Strang erscheint. Auch in diesem Geflechte giebt es Spiralfasern (Fig. 1467, *g*). Aus diesem steigen durch Zwischenräume gesondert, schräg nach aussen und aufwärts, theilweise auch fast horizontal, frei durch den Tunnelraum, feine Bündelchen (Fig. 1457, *u*), die weiter zwischen zwei äusseren Pfeilern in den *Nuel*'schen Raum gelangen, um alsbald in der Gegend des unteren Endes der ersten Reihe der äusseren Haarzellen in einen spiralen Nervenplexus (erster äusserer



Fig. 1468.

Fig. 1468. Schrägschnitt durch eine mittlere Schneckenwindung von einem jungen Meerschweinchen. *Golgi*-Präparat von Dr. *Max Hofmann*. Vestibuläre Ansicht. Vergr. 370. *a* Gegend der Nervenlöcher; *b* einige imprägnirte Nervenfasern der *Lamina sp. ossea*; *c* spirale, feine Nervenfaser in der Gegend unter den inneren Haarzellen mit Seitenästchen; *d* imprägnirter innerer Pfeiler; *e* Tunnel von nicht imprägnirten Pfeilern überwölbt; *f Sulcus spiralis internus*.

Spiralplexus) einzutreten (Fig. 1469). Dieser spirale Plexus ist, wie die folgenden, bei Thieren schwach entwickelt und besteht aus einem dünnen Beleg von feinen Fäden an der Innenseite der *Deiters*'schen Zellen bis fast an den Fuss derselben; beim Menschen bildet dagegen der Plexus auffallender Weise einen relativ dicken, kompakten Strang, der hauptsächlich dem oberen Theile des Körpers der *Deiters*'schen Zellen, dicht am unteren Haarzellenende innen anliegt (Fig. 1457, *v*). Mit diesem ersten äusseren Spiralplexus hängen ein zweiter und dritter und — wo mehr Reihen von Haarzellen sind — eventuell ein vierter und fünfter zusammen, welche dem ersten analog an der Innenseite der weiteren Reihen der *Deiters*-schen und der Haarzellen ihre Lage haben. Die Verbindung dieser spiralen Geflechte geschieht durch kurze Radiärzüge von Fäserchen, welche durch die äusseren und unteren Theile des *Nuel*-schen Raumes (siehe S. 934) ziehen. Die Dicke der Spiralgeflechte nimmt von innen nach aussen ab, das dritte beziehungsweise das äusserste ist das schwächste. Aus diesen Spiralgeflechten treten überall, wie *Retzius* sicherstellte, terminale Fäserchen an die unteren Enden der äusseren Haarzellen, umflechten diese kelchartig und lassen sich noch als feinste variköse Fädchen, die mit knöpfchen- oder blattartigen Verdickungen aufhören, ein Stück weit am unteren Ende der Haarzellen, diesen dicht anliegend, verfolgen. Letzteres wird in neuester Zeit von *Ichita Kishi* (l. c.), der übrigens wie *Ayers* die offenbar unhaltbare Meinung vertritt, dass aus den Haarzellen Nerven entspringen, bestritten. Das genauere Verhalten der marklosen Spiralgeflechte in Bezug auf den Verlauf der einzelnen Nervenfasern ist an ausgewachsenen Schnecken, wegen besonderen Schwierigkeiten der Untersuchung, bisher nicht aufgeklärt; wohl aber kennen wir durch *Retzius* den Verlauf der Fasern im *Corti*'schen Organ bei jungen Ratten und Mäusen und bei Embryonen dieser Thiere auf Grund der Befunde an *Golgi*-Präparaten einigermassen (Fig. 1466). Nach diesen kommen die spiralen Geflechte in zweierlei Weise zu Stande. Einmal dadurch, dass die aus der *Habenula* austretenden Fasern sich unter fast rechten Winkeln theilen und zwar sowohl in der Gegend der inneren Haarzellen und dem spiralen Tunnelstrange entsprechend und weiterhin auch im Gebiete der äusseren Haarzellen, wodurch die äusseren spiralen Geflechte eine theilweise Erklärung finden. Zweitens hat aber *Retzius* auch Nervenfasern gefunden, welche in radiärer Richtung ungetheilt bis in die Region der äusseren Haarzellen ziehen und dort erst unter fast rechtem Winkel umbiegen und dann in spiraler Richtung gerade oder unter leichter Schlängelung auf längere Strecken, an mindestens 20—30 Haarzellen vorbei laufen und hie und da ein Seitenästchen abgeben. Die spiralen Fasern hören an embryonalen Schnecken schliesslich mit einem einfachen oder getheilten, nicht charakteristischen Ende, das dem definitiven Zustande noch nicht entspricht,

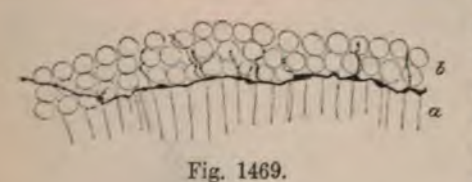


Fig. 1469.

Fig. 1469. Von derselben Schnittserie wie Fig. 1467. Tympanale Ansicht. Imprägnirte Nervenfaser des ersten äusseren Spiralstranges mit zahlreichen feinen Seitenästchen, welche zu den äusseren Haarzellen ziehen. *a* Gegend der äusseren Pfeilerzellen und der *Deiters*'schen Zellen erster Reihe; *b* äussere Haarzellen.

in der äusseren Haarzellenregion auf, indem sie manchmal noch vorher eine rückläufige Richtung eingeschlagen haben. Diese Art spiral verlaufender Fasern dürfte wohl einen Hauptantheil der äusseren Spiralgeflechte darstellen. Die Angaben von *G. Retzius* werden in erwünschter Weise ergänzt durch die Befunde an Präparaten von jungen Meerschweinchen, welchen die Abbildungen Fig. 1467 u. 1468 entnommen sind. Dieselben zeigen nämlich deutliche, lange Spiralfasern in der Gegend der äusseren Haarzellen und im Tunnelstrange (Fig. 1467). So weit wir noch von einer erschöpfenden Kenntniss des Nervenverlaufes in der Schnecke und im *Corti*'schen Organe entfernt sind, so darf man immerhin folgende Thatsachen als bereits gesichert betrachten. 1. Dass die Nerven des *Corti*'schen Organes sammt und sonders aus der Gegend des Spiralganglions in ersteres hineinwachsen. 2. Dass keine dieser Fasern ungetheilt ihr Ende findet. 3. Dass ein Theil der aus den Ganglienzellen kommenden Fasern fast gerade in das *Corti*'sche Organ zieht und erst dort sich weiter theilt, während ein anderer Theil schon vorher, im Bereiche der später markhaltigen Fasern unter Theilungen einen spiralen Verlauf einschlägt. Dass es ausser den von Ganglienzellen des *Ganglion spirale* kommenden Nervenfasern auch noch Fasern giebt, welche direkt aus dem Gehirn in das *Corti*'sche Organ gelangen, ist möglich, aber nicht sicher. *Held* hält diese Möglichkeit offen, da er Nervenfasern fand, welche radiär durch die ganze Dicke des Ganglion bis gegen den *Modiolus* sich verfolgen liessen; er giebt aber selbst zu, dass es sich in solchen Fällen um Fasern handeln kann, die auf einem Umwege aus einer Zelle des *Ganglion spirale* kommen. Im umstehenden Schema ist der Versuch gemacht, den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse vom peripheren Verlaufe der Nerven in der Schnecke übersichtlich darzustellen, wobei jedoch ausdrücklich betont werden muss, dass es mir noch nicht hinreichend sicher zu sein scheint, ob die dargestellten Typen von Nervenzellen wirklich prinzipiell verschieden sind. Es wäre möglich, dass es sich nur um verschiedene Entwicklungsformen, die im völlig ausgebildeten Organ nicht mehr unterschieden werden können, handelt. Immerhin ist sehr auffallend, dass die langen Spiralfasern in der Gegend der äusseren Haarzellen sehr spät auftreten und ebenso spricht die Thatsache, dass man im ausgebildeten Organe, wie schon *Schwalbe* (Sinnesorgane S. 395) hervorhebt, zweierlei Ganglienzellen findet, dafür, dass man mindestens zwei Typen auch in diesem annehmen darf. Diese Typen sind beim Embryo und beim jungen Thiere einerseits Ganglienzellen mit getheilter, spiral verlaufender Nervenfaser und mit Collateralen, andererseits Ganglienzellen mit radiär verlaufender, wenig getheilter Faser. Man könnte erstere als Spironeuren (Fig. 1470, *h*), letztere als Orthoneuren (*f*, *g*, *i*, *k*, *l*) bezeichnen. Unter den letzteren wären ferner vorläufig solche zu unterscheiden, deren Endverzweigung unter mehr radiärem Verlaufe mit Orthodendrien (*f*, *g*) und solche, deren Endverzweigung erst nach längerem spiralen Verlaufe mit Spirodendrien (*i*, *k*, *l*) erfolgt. Um das Bild nicht zu verwirren, wurden keine längeren, inneren Spiralfasern, sondern nur solche zwischen den äusseren Haarzellen dargestellt. Ich weiss sehr wohl, dass diesem Schema das Schicksal aller Nervenschemen beschieden sein wird; ich halte es aber für weitere Forschungen für nützlich, den Versuch zu machen, den gegenwärtigen Stand der Frage, wie er sich aus den bisher vorliegenden Untersuchungen ergab, bildlich darzustellen. Speziell möchte

ich noch hervorheben, dass die Untersuchungen von *Retzius* und *Held* mit der *Golgi*-Methode für die Annahme längerer Spiralfasern im Bereiche der inneren Haarzellen und des Tunnelstranges keine bestimmten Anhaltspunkte ergaben, wenn auch — wie aus Fig. 1465 zu entnehmen ist — auf kurze Strecken spiral verlaufende Nervenfasern in dieser Gegend sicher vorkommen. Nun konnte ich aber an den von Dr. *Max Hofmann* hergestellten *Golgi*-Präparaten von Schnecken junger Meerschweinchen spirale Nervenfasern sowohl im Tunnelstrang, als in dem unter den inneren Haarzellen gelegenen Strange

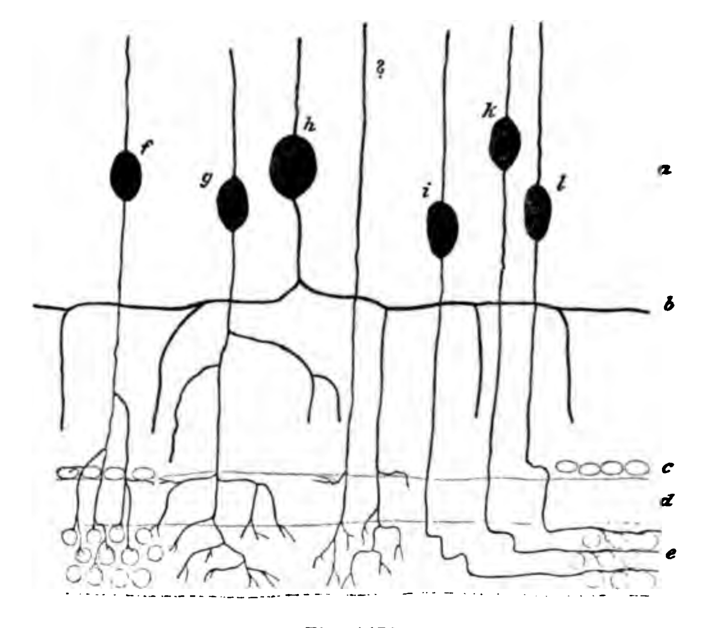


Fig. 1470.

auf längere Strecken (bis 0,5 mm) mit Bestimmtheit verfolgen (Fig. 1467) und ich muss demnach für die Existenz dieser schon von *Deiters* und *Koelliker* gesehenen, aber bis in die neueste Zeit öfter, zuletzt von *Ichita Kishi*, bestrittenen Spiralfasern entschieden eintreten.

Die Blutgefässe des Labyrinthes sind besonders in der Schnecke reichlich entwickelt und stammen aus der inneren Gehörgangsarterie (*A. auditiva interna*), welche mit dem Gehörnerven als Endarterie zum Labyrinthe zieht und nach *Siebenmann* zunächst in zwei Zweige, die Vorhofsarterie (*A. vestibuli*) und die Schneckenarterie (*A. cochleae communis*) zerfällt. Letztere

Fig. 1470. Schema des Verlaufes der Nervenfasern in der *Lamina spiralis* und dem *Corti*'schen Organe von oben gesehen. *a* Region der *Lamina spiralis ossea* mit dem Ganglion und den radiären Nerven; *b* spirale Nervenfaser mit Collateralen; *c* Region der inneren Haarzellen; *d* Tunnel, *e* äussere Haarzellen; *f* und *g* Orthoneuren d. i. Ganglienzellen mit vorwiegend radiär gerichteter Endverzweigung; *h* Spironeure d. i. Ganglienzelle mit spiral verlaufenden Theilungsästen; *i*, *k*, *l* Orthoneuren mit spiral verlaufenden Endästen; ? fragliche centrifugale Nervenfaser direkt aus dem verlängerten Marke kommend.

theilt sich alsbald noch in die eigentliche Schneckenarterie (*A. cochlearis propria*) und in die Vorhof-Schneckenarterie (*A. vestibulo-cochlearis*). Die Vorhofsarterie zieht mit dem *Nervus utriculo-ampullaris* und versorgt diesen und mit dichten Kapillarnetzen die *Macula utriculi*, die *Cristae* der oberen und äusseren Ampullen und mit weitmaschigeren Netzen die Anfänge der betreffenden Bogengänge, den oberen Theil des *Utriculus* und des *Sacculus*. Die Vorhof-Schneckenarterie versorgt mit einem Zweige den hinteren Ampullennerven, ferner die hintere Ampulle, den unteren Theil des *Utriculus* sammt dem *Crus commune* und dem grössten Theile der Bogengänge, ferner die *Macula sacculi*, den unteren Theil des *Sacculus* und die Gegend des Vorhofsblindsackes des Schneckenganges. Der Schneckenzweig dieser Arterie ist für die Basalwindung der Schnecke bestimmt, verläuft im *Modiolus* wie die eigentliche Schneckenarterie, mit welcher sie anastomosirt und welche letztere vorzüglich Mittel- und Spitzenwindung der Schnecke versorgt. Die Schneckenarterie zeigt während ihres Verlaufes viele Knickungen und Windungen, welche über dem *Ganglion spirale* gegenüber der Vorhofstreppe, nahe der Scheidewand gegen die Paukentreppe, ihre Lage haben.

Bei Thieren (*G. Schwalbe*), nicht aber beim Menschen (*O. Eichler*, *Siebenmann*) zeigen die Schneckenarterien in dieser Gegend knäuelartige Aufwickelungen (*Glomeruli*). Aus diesen Knäueln, beziehungsweise aus den Windungen der Arterien verlaufen nun, abgesehen von den Zweigen für den Schneckennerven und das Spiralganglion, feinere Zweige in radiärer Richtung, theils am Perioste der Vorhofstreppe, an der Zwischenwand zwischen dieser und der Paukentreppe, theils durch das knöcherne Spiralblatt zum *Limbus spiralis* und zum inneren Theile der Basilarmembran. Im *Limbus spiralis* bilden die feinsten Gefässe ebenso, wie in der tympanalen Belegschicht der Basilarmembran unter dem Tunnel des *Corti*'schen Organes arkadenförmige Verbindungen, durch welche insbesondere das in letzterem Orte als *Vas spirale* bekannte Gebilde zu Stande kommt. Das *Vas spirale* hat fast immer einen kapillaren Bau, ist aber gewöhnlich so weit, dass es bereits als präkapillare Vene bezeichnet werden muss. Es bildet in der Regel die Grenze der Blutgefässe an der Basilarmembran und nur selten findet man Kapillarschlingen, welche nach aussen die Tunnelregion etwas überschreiten. Im *Limbus* reichen die Gefässe bis nahe an den *Sulcus spiralis* und die Wülste der *Habenula sulcata*; doch sind die Gehörzähne gefässlos und ebenso — beim Menschen — die *Reissner*'sche Haut. Die in der Decke der Vorhofstreppe verlaufenden Arterienästchen versorgen, ausser dem Periost, vorzüglich die *Stria vascularis* (S. 941) und das *Ligamentum spirale*, ohne jedoch mit den Gefässen der *Membrana basilaris* in Verbindung zu treten. Letztere ist in ihrem äusseren Theile, im Bereiche der *Zona pectinata* ganz gefässlos. Die Venen sammeln sich hier zunächst in der Gegend der *Prominentia spiralis* und ziehen dann am Periost der Paukentreppe, um sich unter dem Ganglion zu spiralen Venengeflechten mit den aus dem knöchernen Spiralblatt kommenden Venen und durch Anastomosen mit der centralen Schneckenvene zu vereinigen. Im Ganzen gilt für die Schnecke, dass die arteriellen Gefässe die Innenwand der Vorhofstreppe, die Venen die Innenwand der Paukentreppe vorwiegend einnehmen (*G. Schwalbe*). Die Schneckenvenen sammeln sich zu einem vorzüglich aus der centralen Schneckenvene

kommenden Geflechte, welches mit der Arterie durch den inneren Gehörgang als *Vena auditiva interna* verläuft; der grösste Theil des Blutes der Schnecke findet aber seinen Abfluss durch die *Vena caniculi cochleae*, welche nahe dem Schneckenfenster direkt zur *Vena jugularis* zieht. Das Venenblut des Vorhofes geht theilweise denselben Weg; vorzüglich aber, insbesondere aus den Bogengängen, durch die *Venae aquaeductus vestibuli* neben dem *Ductus endolymphaticus* zu den Venen der harten Hirnhaut (*Sinus petrosus inferior*). Für weitere Einzelheiten muss auf die eingehenden Arbeiten von *O. Eichler* (Abhandl. d. math. naturw. Kl. d. kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch. 18. Bd. Nr. V.) und *F. Siebenmann* (Die Blutgefässe des menschl. Labyrinthes, Wiesbaden 1893) verwiesen werden.

Eigentliche Lymphgefässe sind im Ohrlabyrinthe eben so wenig nachgewiesen, als im Inneren des Augapfels. Der mit lymphartiger Flüssigkeit erfüllten peri- und endolymphatischen Räume wurde schon wiederholt im Vorhergehenden (siehe S. 901) erwähnt. Der von Endolymphe erfüllte, ringsum von Epithel begrenzte Raum ist, ebenso wie der eigenthümliche, intraepitheliale Tunnel- und *Nuel*'sche Raum des *Corti*'schen Organes, vollständig in sich abgeschlossen. Die perilymphatischen Räume haben den morphologischen Charakter von Bindegewebsspalten, die mit Endothel ausgekleidet sind und stehen durch die Wasserleitung der Schnecke mit dem Subarachnoidalraum in einer Verbindung (*Weber-Liel*, 1869), welche *Hasse* (1873) auch bei Thieren als typisch nachwies und als *Ductus perilymphaticus* bezeichnete. Vom Subduralraume lässt sich, wie *Axel Key* und *Retzius* zeigten, das Spaltensystem in den Bindegewebsscheiden der Gehörnerven bei Thieren bis in die *Lamina spiralis* und in die Nähe der anderen Nervenendstellen injiziren; eine Verbindung dieser Spalten mit den perilymphatischen Räumen besteht jedoch normaler Weise ebenso wenig, als mit den Bindegewebsspalten um die Blutgefässe. Doch können die perivaskulären Safträume immerhin als Einrichtungen betrachtet werden, welche mit der Regelung der Ausscheidung und Aufsaugung der Peri- und Endolymphe in naher Beziehung stehen.

Die Schnecke der Vögel ist von jener der Säugethiere im histologischen Bau wesentlich verschieden. Zwar ist auch hier eine Basilarmembran mit Saiten, die in einem Rahmen von Knorpel quer ausgespannt ist, vorhanden, doch ist von einer regelmässigen Längenzunahme der Saiten vom Vorhoftheil gegen die *Lagena* nichts zu bemerken. Ein *Corti*'sches Organ in dem Sinne, wie bei den Säugethieren, fehlt; statt dessen ist ein Nervenepithel mit Stützzellen und den hier von *Leydig* entdeckten Haarzellen vorhanden, welche letztere an der Oberfläche sich dicht berühren und von sechsseitiger Gestalt sind. Die Haare sind kurz, bestehen aus Einzelhärchen, welche in spiraler Richtung in einer etwas gekrümmten Linie geordnet sind. Die Haarzellen stehen bei der Taube in etwa 40 Reihen (*Retzius*) und die Haare stecken in einer *Membrana tectoria*, welche mit einer Verdickung an eigenthümlichen, fast horizontal liegenden Zellen des *Sulcus spiralis* entspringt und sich allmählich verdünnend über die ganze Haarzellenregion erstreckt. Der Zutritt der Nervenbündel in das Nervenepithel ist ähnlich wie beim *Corti*'schen Organe der Säuger; über den Endverlauf der Nerven fehlen genauere Aufklärungen, doch sahen *Hasse* und *Paul Meyer* (1876) vor dem Herantreten der Nervenfäserchen an die Haarzellen feine dichte Nervengeflechte in der Tiefe.

Die histologischen Untersuchungen über die Schnecke der Säugethiere beginnen erst mit *Todd-Bowman* (1847) und vor allem mit *Corti* (Zeitschr. f. wiss. Zool. 3. Bd. 1851), dessen ausgezeichnete Monographie für immer der Ausgangspunkt für alle Beobachter sein wird. *Corti* entdeckte neben vielem Anderen das Ganglion

des Schneckennerven, das verwickelte, nach ihm genannte Organ auf der *Membrana basilaris* und die Deckmembran der *Habenula sulcata*, und gab zugleich auch die erste genaue und ins Einzelne gehende Beschreibung der *Lamina spiralis*. Dagegen blieb ihm die letzte Endigung der Schneckennerven ganz verborgen, und glaubte er, dass dieselben in der *Scala tympani* frei auslaufen. Hierauf wurde von Koelliker nachgewiesen, dass dieselben in kleinen Bündelchen durch die Löcher der *Habenula perforata* in die vermeintliche *Scala vestibuli* treten, gerade da, wo die inneren Corti'schen Fasern beginnen, und so kam er, unter dem Einflusse der Beobachtungen von *H. Müller* und von ihm selbst über die *Retina*, und gestützt auf den Nachweis, dass die Corti'schen Fasern in ihrem chemischen Verhalten durchaus nicht mit der *Membrana basilaris* übereinstimmen, mit welcher Corti sie zusammengestellt hatte, sondern eher zarte und vergängliche Bildungen sind, zur Aufstellung der Vermuthung, dass die Corti'schen Fasern die eigenthümlich gebauten Enden der Schneckennerven darstellen. Diese Aufstellung, die, wie sich später herausstellte, eine irrthümliche war, wurde zuerst erschüttert durch die Wahrnehmung von Claudius (Zeitschr. f. wiss. Zool. 7. Bd.), dass die inneren und äusseren Corti'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, zu welcher dann später noch die Beobachtung von *M. Schultze* dazu kam, nach welcher die Acusticusfasern jenseits der Löcher der *Habenula perforata* als feinste variköse Fäserchen weiter laufen. Koelliker musste diese Angaben bestätigen, und fand sich so schon in der 3. Auflage dieses Werkes veranlasst, wenn auch noch nicht entschieden, eher an Corti's, auch von *M. Schultze* aufgenommene Ansicht sich anzuschliessen, nach welcher das Corti'sche Organ eine Hilfseinrichtung für das Zustandekommen des Hörens durch die Schnecke ist. Nachdem dann durch Koelliker's embryologische Untersuchungen auch noch der Nachweis gegeben war, dass das ganze Corti'sche Organ aus dem Epithel des Schneckenkanales hervorgeht, und sich herausgestellt hatte, dass zu einer Zeit, wo die Schneckennerven schon gut entwickelt sind, die Corti'schen Fasern noch ganz epithelzellenartig und in einer Gestalt bestehen, die jeden Gedanken an ihre Verbindung mit den Nervenfasern ausschloss, trat Koelliker der letztgenannten Auffassung bei (4. Aufl.), welche auch sonst fast allgemeinen Beifall fand.

Mit Bezug auf die übrigen Erwerbungen dieser Zeiten ist nun noch Folgendes zu erwähnen. Claudius verbesserte die Darstellungen von Corti und Koelliker nicht nur durch den Nachweis, dass die inneren Corti'schen Fasern zahlreicher sind als die äusseren, sondern er war auch der Erste, der zeigte, dass die äusseren Corti'schen Fasern an der *Membrana basilaris* haften und dass das ganze Organ bogenförmig den betreffenden Theil der *Membrana basilaris* überbrückt. Von Koelliker wurde die *Lamina reticularis* des Corti'schen Organes aufgefunden und gleichzeitig mit *M. Schultze* genauer beschrieben, woran sich dann weitere Schilderungen von Böttcher und Deiters (1858—62) anreihten. Diese letztgenannten Forscher machten sich ausserdem durch einlässliche Forschungen über die der *Membrana basilaris* anliegenden Theile verdient, und wenn auch ihre Ergebnisse nicht in allen Beziehungen unter einander und mit denen anderer Forscher stimmen, so ist nicht zu vergessen, dass es sich hier um einen der schwierigsten Theile im ganzen Gebiete der mikroskopischen Anatomie handelt. Böttcher hat zuerst gezeigt, dass die Löcher der *Habenula perforata* und die inneren Corti'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, sowie dass nach aussen von den äusseren Corti-schen Fasern noch andere Fasern an die *M. basilaris* gehen, welche letzteren Deiters als die Fortsätze der Haarzellen erklärt hat, die von ihm überhaupt genauer beschrieben wurden, als es bis dahin der Fall gewesen war. Ebenso verdanken wir Deiters die ersten genaueren, bald von Koelliker bestätigten Angaben über die Nerven im Corti-schen Organe (spirale und radiäre Faserzüge), ferner eine bessere Einsicht in die nach ihm genannten Zellen, welche übrigens auch schon Böttcher in Spuren wahrgenommen hatte, so wie schöne Untersuchungen über die Schnecke der Vögel und Amphibien. Von dem bereits hohen Stande der Kenntnisse über den Bau des Corti'schen Organes am Schlusse dieser Periode kann man sich an umstehender, der 4. Auflage (1863) dieses Buches entnommenen Abbildung von Koelliker überzeugen, welche fast alle wesentlichen Verhältnisse auch nach heutiger Anschauung richtig darstellt (Fig. 1472).

Einen wichtigen Wendepunkt in den Untersuchungen über die Schnecke bezeichnen die embryologischen Forschungen von Reissner und von Koelliker. Reissner beschrieb im Jahre 1854 bei Embryonen zuerst den mittleren Kanal in der Schnecke und

eine zweite häutige denselben schliessende Spirallamelle, die von *Koelliker* sogenannte *Reissner*'sche Haut, und gab zugleich an, dass der genannte Raum, der nichts als der embryonale Schneckenkanal sei, auch bei ausgebildeten Geschöpfen sich finde. Keiner der nächstfolgenden Forscher, mit Ausnahme von *Reichert*, der einfach seinen Anschluss an *Reissner* erklärte (*Müller*'s Arch. 1857. Jahresber. S. 84), verstand diese wichtigen Angaben, bis *Koelliker* (Würzburg. naturw. Zeitschr. II. 1861) dieselben nach Untersuchungen an Embryonen bestätigte und nach verschiedenen Seiten erweiterte. Er zeigte namentlich, dass der *Ductus cochlearis* schon sehr früh an Einer Stelle ein dickes Epithel hat und dass aus einem Theile dieser Bekleidung das eigenthümliche *Corti*'sche Organ hervorgeht, während der Rest als Auskleidung des *Sulcus spiralis* liegen bleibt. Ferner wies er der *Corti*'schen Membran zum ersten Male ihre richtige Lage an und ermittelte ihre morphologische Bedeutung als die einer Cuticularbildung, welche Stellung er auch vermuthungsweise der räthselhaften *Lamina reticularis* zuschrieb. Durch diese Wahrnehmungen wurde zugleich auch eine Vergleichung der feineren Einrichtungen in der Schnecke der Säuger mit denen im *Vestibulum* und den Ampullen möglich und eröffneten sich ausserdem neue Wege für ein besseres Verständniss der letzten Nervenendigungen in dem ersteren Organe. — Es folgten dann die Arbeiten von *Hensen*, *Löwenberg*, *Henle*, *Middendorp*, *Rosenberg*, *Winiwarter*, *Gottstein*, *Waldeyer* u. A., sowie *Hasse*'s vergleichend-anatomische und *Boettcher*'s (1869) eingehende entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, wodurch unsere Kenntnisse der Schnecke nach allen Seiten gefördert wurden, wie dies zum Theil in diesem und den vorhergehenden Paragraphen an den betreffenden Stellen angegeben ist.

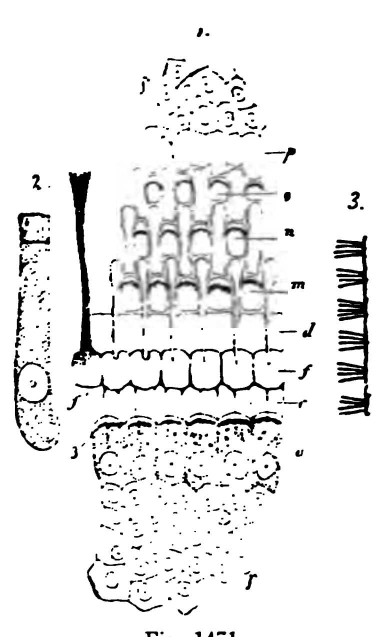


Fig. 1471.

Durch das monumentale Werk von *G. Retzius* (Das Gehörorgan der Wirbelthiere. II. Bd. Stockholm, 1884) erhielt die Darstellung der histologischen Verhältnisse der Schnecke eine solche Vollendung, dass die späteren Untersucher, nur mehr wenig hinzufügen konnten und insbesondere die so lange diskutirte Frage über das gegenseitige Verhalten der Haarzellen und *Deiters*'schen Zellen in der Hauptsache eine Lösung

Fig. 1471. Vom *Corti*'schen Organe der Katze frisch in *Humor vitreus*. Vergr. 540. 1. *Corti*'sches Organ von oben. *c* Gelenktheil der inneren *Corti*'schen Faser; *d* helle Anhangsplatte, deren Verbindung mit den anderen Platten den Anfang der *Lamina reticularis* bildet; *f* Gelenkstück der äusseren *Corti*'schen Faser; *m*, *n*, *o* *Corti*'sche Zellen mit den Haaren als dunkle Bogenlinien. Die helle Platte der *Lamina reticularis d*, die nicht ganz dargestellt ist, feinstreifig, wie dies auch gesehen wird. *f'* Gelenktheil einer äusseren *Corti*'schen Faser mit feinen Punkten an der Abgangsstelle der Faser, die ich als Beweis ansehe, dass die Faser in der That aus Fibrillen besteht; *a* innere Haarzellen mit *3* ihren Haaren, den vordersten Theil des dicken Epithels im *Sulcus spiralis r* bildend, welches die inneren *Corti*'schen Fasern bis zu den Gelenktheilen bedeckt; *δ* äusserer Theil des Netzwerkes der *Lamina reticularis*, jenseits der Schlussringe *p* entschieden den Grenzlinien der *Corti*'schen Epithelzellen jenseits des *Corti*'schen Organes entsprechend. 2. Eine *Corti*'sche Zelle mit ihren Haaren ohne sichtbaren fadenförmigen Anhang. 3. Seitenansicht der *Lamina reticularis* mit den Haarbüscheln der *Corti*'schen Zellen.

fand, deren Richtigkeit nun wohl als gesichert betrachtet werden darf. Ueber die feinere Struktur der zelligen Elemente des *Corti*'schen Organes haben in neuester Zeit insbesondere *H. Joseph* und Graf *Spee* werthvolle Aufschlüsse gegeben. Die Frage der Nervenendigung wurde in dem Werke von *Retzius* ebenfalls in einer Weise beantwortet, welche durch die Chromsilber- und Methylenblaumethode in allem Wesentlichen bestätigt wurde. Doch bleibt der Anwendung dieser letzteren Methoden, welche *Retzius* (1892) und *Geberg* zuerst mit Erfolg auf die Schnecke ausdehnten, noch vorbehalten, den genaueren Verlauf der Nerven von den Ganglienzellen bis an die Haarzellen im Einzelnen darzustellen. Ja selbst relativ gröbere Thatsachen, wie die Zahl der Ganglienzellen im *Ganglion spirale* und die Zahl der die Nervenlöcher durchziehenden Fasern, woraus auf die Zahl der von den spiralen Nerven abgehenden Collateralen indirekt Schlüsse gezogen werden könnten, bleiben noch zu ermitteln. Bezüglich der seiner Zeit über die angeblich nervöse Natur der mit feinen varikösen Fortsätzen versehenen Zellen der tympanalen Belegschicht der Basalmembran geführten Erörterungen, verweise ich auf die 5. Auflage dieses Handbuches (S. 735). Dass hier, wie *Koelliker* gegen *Max Schultze* vertheidigte, nur bindegewebige Elemente vorkommen (Fig. 1472), wird gegenwärtig nicht mehr bezweifelt.



Fig. 1472.

Die von *Helmholtz* aufgestellte Theorie, der zufolge der tonempfindende Endapparat der Schnecke nach dem Prinzip des Mitschwingens, der Resonanz eingerichtet sein sollte, muss wohl, so ungern man sich dazu entschliessen mag, verlassen werden. Abgesehen von den Schwierigkeiten, welche die Erklärung verschiedener physiologischer und pathologischer Thatsachen, auf welche hier nicht eingegangen werden kann, darbietet, hat noch Niemand begreiflich zu machen gewusst, wie die zuerst von *Hensen* und dann von *Helmholtz* dafür geeignet erklärten Saiten von 0,04 bis höchstens 0,5 mm Länge (genau genommen, wenn wir die allein als isolirbare Fasern in Betracht kommenden Saiten der *Zona pectinata* nehmen, höchstens 0,36 mm [*Retzius*]) als Resonatoren, noch dazu in einer wässerigen Flüssigkeit, für Töne dienen können. Was aber die Resonanztheorie, abgesehen von dieser physikalischen, durch *E. Mach*, *L. Hermann*, *König* u. A. dargelegten Unmöglichkeit, auch von anatomischer Seite unhaltbar macht, sind unsere gegenwärtigen Kenntnisse von der Nervenendigung in der Schnecke. Die Resonanztheorie verlangt, dass jede mitschwingende Saite oder Saitengruppe mit einer Nervenendigung in Verbindung stehe, welche die durch die Schwingungen der Saite bewirkte Erregung für sich isolirt zum Gehirne leitet. Davon kann nun nach der ganzen Einrichtung des *Corti*'schen Organes keine Rede sein. Die Zahl der Saiten, 24000 nach *Retzius*, 13400 nach *Hensen*, ist schon an und für sich viel zu gering um die viel grössere Zahl der unterscheidbaren Töne durch Mitschwingen erklären zu können. Nun kommt aber dazu, dass die als Nervenendapparate anzusehenden und in ihrer Gesammtzahl annähernd der Zahl der Saiten entsprechenden Haarzellen keineswegs so vertheilt sind, dass jede für sich durch Schwingung einer Saite der Basilarmembran in isolirte Erregung versetzt werden könnte. Aber das wichtigste Ergebniss der neueren Untersuchungen über die Nervenendigung ist die Thatsache, dass die von der Resonanztheorie geforderten isolirten Leitungen nicht existiren. Die von den Ganglienzellen des *Ganglion spirale* austretenden Nervenfasern versorgen, wie man

Fig. 1472. Anfang der *Lamina basilaris* von unten, vom Ochsen. Syst. 7, Okular I von *Nachet*. *a* Region der dunkelrandigen Schneckennerven; *b c* zwei *Vasa spiralia interna* mit scheinbar verdickten Wänden; *d* Lage von Kalkkörpern; *e* Lage von Zellen mit varikösen Fortsätzen, ungefähr der Region des *Corti*'schen Organes entsprechend.

schon lange, seit der Auffindung der spiralen Nervenfaserzüge vermuthen musste, stets mehrere Haarzellen. Es empfängt also jede Ganglienzelle des *Ganglion spirale* Erregungen aus verschiedenen Theilen des Schneckenganges. Man kann sich vorstellen, dass jede Ganglienzelle ein wenn auch unvollkommenes Gesammtbild von der Erregung des ganzen *Corti*'schen Organes aufnimmt, dass aber die Erregungen der verschiedenen Ganglienzellen verschieden sind, je nach dem Orte, wo sie sich befinden und je nach der direktesten Verbindung mit höher oder tiefer gelegenen, im Baue und daher auch nach der Art der Erregung verschiedenen Theilen des *Corti*'schen Organes. Der Hörvorgang würde dann in ähnlicher Weise aufzufassen sein, wie dies (S. 857) für den Sehvorgang entwickelt wurde. Die Zahl der Ganglienzellen des Spiralganglions — ich schätze sie nach beiläufigen Zählungen an Quer- und Längsschnitten bei der Katze auf ca. 30—40 000 — ist gross genug, um bei ungleichartiger Erregung der einzelnen Zellen durch Kombination eine jedenfalls enorme Zahl verschiedenartiger Klang- und Tonempfindungen möglich erscheinen zu lassen, die nach dem Prinzipe der isolirten Leitung durch Resonanz erregter Endapparate unerklärlich sind. Wie die durch den Schall bewirkten Erschütterungen des Labyrinthwassers die Erregung der Haarzellen bewirken, ist im Einzelnen nicht aufgeklärt, obwohl in neuerer Zeit wiederholt Versuche gemacht wurden neue Hörtheorien (*Max Meyer* in *Pflüger*'s Arch. 78. Bd., *Ewald*, ibid. 76. Bd.) aufzustellen, auf die hier nicht eingegangen werden kann. Die stetige Zunahme der Dimensionen des *Corti*'schen Organes und der mit demselben in Verbindung stehenden Häute (Basilarmembran und *Corti*'sche Haut) von der Basis gegen die Spitze der Schnecke, legen aber immerhin die Annahme nahe, dass nach der Tonhöhe verschiedene Klänge das Maximum der Erregung an verschiedenen Orten des Schneckenganges und zwar den Schwingungszahlen entsprechend linear, beziehungsweise spiral geordnet bewirken werden. Diese Annahme, im Vereine mit der durch die thatsächliche Nervenvertheilung gebotenen Vorstellung, dass jede Ganglienzelle des Spiralganglion Erregungen von ausgedehnten Strecken des Schneckenganges aufnimmt, scheint den an eine Theorie der Tonempfindungen zu stellenden Anforderungen Genüge leisten zu können. Es wäre demgemäss bei jeder Schallempfindung der ganze Apparat der Schnecke in Thätigkeit, aber die im Maximum erregten Ganglienzellen würden je nach der Art der Erschütterung (Tonhöhe, Klangfarbe) verschieden sein und verschiedene Empfindungen vermitteln. Wie nun die linear geordnete verschiedenartige Erregung bewirkt wird, ist wie gesagt unaufgeklärt. Ich möchte, wie *Hasse* u. A., in erster Linie an die *Corti*'sche Haut als direkten Erreger denken. Die Bewegungen der Endolymphe macht jedenfalls auch die frei in dieselbe hineinragende *Corti*'sche Deckhaut mit, doch werden diese Bewegungen am freien Rande am grössten, am angehefteten im Bereiche der Gehörzähne dagegen gleich 0 sein. Die Bewegungen des freien Randes werden ferner um so ausgiebigere sein können, je breiter die Membran ist. Dadurch wird die *Corti*'sche Haut unten anders als in der Schneckenspitze, wo sie am breitesten ist, sich bewegen. Bei ihren Bewegungen wird die Haut die Haarzellen an ihren Haaren reizen und dadurch erregen können. Ferner werden die dem angehefteten Rande der Haut nächsten, inneren Haarzellen anders als die äusseren Haarzellen und die drei bis fünf Reihen der letzteren wieder unter sich verschieden erregt werden. Die Basilarmembran wird als eine beiderseits befestigte, gespannte Membran der Flüssigkeitsbewegung einen Widerstand entgegensetzen, doch wird auch sie die Bewegung der Flüssigkeit mitmachen und synchron mit den Bewegungen der *Corti*'schen Haut und um so mehr sich ausbauchen und wieder abflachen je breiter sie ist. Ob diese Bewegungen eine Unterstützung oder eine Schwächung der Wirkung der *Corti*'schen Haut auf die Haarzellen bedeutet, mag dahingestellt bleiben. Die Lage der *Corti*'schen Haut ist noch immer nicht ganz klar gestellt und wenn auch in der ausgebildeten Schnecke das Randfadennetz wahrscheinlich nirgends befestigt ist, so lässt sich doch nicht entscheiden, ob während des Lebens die Haut frei in der Endolymphe ausläuft, oder auf dem *Corti*'schen Organ, wie *Hensen* u. A. annehmen, aufliegt. *Hensen* betrachtet die *Corti*'sche Haut als Dämpfungsapparat für die Schwingungen der Basilarmembran und glaubt, dass die Reibung der Haare der Haarzellen an der *Corti*'schen Haut, während der Schwingungen den specifischen Nervenprozess auslöse. Der *Corti*'schen Haut eine wesentliche physiologische Bedeutung zuzuschreiben ist man vom anatomischen Standpunkte deshalb berechtigt, weil sie frühzeitig sich entwickelt und auch bei Vögeln und Reptilien gut ausgebildet ist.

Zur Untersuchung des Gehörorgans, welche nur beim Labyrinthe, hier jedoch sehr bedeutende Schwierigkeiten darbietet, sind unumgänglich vollkommen frische Stücke, am besten eben getödteter Thiere, nöthig, und ist bei denselben zur Befeuchtung nur Serum, *Humor vitreus* oder verdünnte Zuckerlösung zu verwenden, wenn man die Theile ganz regelrecht sehen will. Ausserdem sind auch *Müller*'s Flüssigkeit, Drittelalkohol (*Ranvier*), Chromsäure, Osmiumsäure, Formol mit *Müller*'s Flüssigkeit gemischt, oder verdünnte Salpeter- oder Salzsäure für Manches sehr tauglich. Weiter kommt es dann vorzüglich auf eine gewisse Uebung im Blosslegen und Ablösen der zarten Theile, um die es sich hier handelt, an und auf viel Geduld, weil es häufig dem Zufall überlassen bleibt, ob dieses oder jenes Verhältniss zur Anschauung kommt oder nicht. Um die Nervenplexus der *Zona ossea* der Schnecke zu sehen, muss man dieselbe ihrer Kalksalze berauben, wogegen bei den Ganglienzellen dieser Gegend ein sorgfältiges Zerrupfen der knöchernen Zone in einer unschädlichen Flüssigkeit zum Ziele führt. Wichtig sind Schnitte von gut fixirten Labyrinthen oder Theilen von solchen, zu welchem Zwecke Chrom-Osmium-Essigsäure (*Flemming*'s Gemisch) vor allem zu empfehlen ist. Bei kleinen Thieren genügt dieselbe oder ein weiterer Zusatz von Essigsäure zur Entkalkung, dies ist jedoch nicht der Fall beim Labyrinthe des erwachsenen Menschen und grosser Thiere. Hier muss der Fixirung eine schonende Entkalkung folgen. Der von *Thoma* empfohlene Alkohol mit Salpetersäure dringt nicht in die Tiefe, erhärtet vielmehr die entkalkten oberflächlichen Knochentheile. Am meisten ist wohl zu empfehlen in 5—10 % wässeriger Salpetersäure zu entkalken, dann aber wie *J. Schaffer* angiebt, durch mindestens 24 Stunden in einer 5 % Alaunlösung auszuwaschen, da ein direktes Auswaschen in Wasser durch Verdünnung der Salpetersäure starke Quellung und dadurch unfehlbare Verzerrungen aller bindegewebigen Theile und der entkalkten Knochen zur Folge hat. Wäscht man aber mit Alaunlösung und dann erst mit Wasser, so wird wie *Schaffer* fand, die Quellung verhindert. *P. Ziegler* empfiehlt in neuerer Zeit (Festschr. für *v. Kupffer* 1899, S. 49) eine gesättigte wässerige Lösung von schwefeliger Säure zur schonenden Entkalkung von Knochen. Die Technik der Untersuchung des Labyrinthes und des Gehörganges überhaupt ist Gegenstand einer ziemlich umfangreichen Litteratur. Was die speziell histologische Untersuchung betrifft, verweise ich auf *Lee* und *Paul Meyer*, „Grundzüge der mikroskopischen Tecknik, Berlin 1901“ S. 393 Inneres Ohr und S. 285 Entkalkungsmethoden, sowie über letzteren Punkt auf den demnächst in der Encyklopädie der mikroskopischen Tecknik von *Ehrlich* u. A. erscheinenden Artikel „Entkalkung“ von *J. Schaffer*.

Litteratur.

Die älteren Arbeiten findet man in *Koelliker*'s mikroskopischer Anatomie II. Bd. S. 762, ferner in der 5. Auflage dieses Handbuches S. 739, in *Henle*'s Anatomie, in *Stricker*'s Handbuch der Lehre von den Geweben: S. 865 (Aeusseres und mittleres Ohr von *J. Kessel*), S. 881 (Tube), S. 913 (Häutiges Labyrinth von *Rüdinger*), S. 961 (Hörnerv und Schnecke von *W. Waldeyer*), dann geordnet nach Materien und sehr vollständig in *Schwalbe*'s Anatomie der Sinnesorgane 1887 (siehe S. 889). Die Litteratur des häutigen Labyrinthes bespricht eingehend als historische Einleitung der betreffenden Abschnitte *Gustav Retzius* in seinem grossen Werke: Das Gehörorgan der Wirbelthiere, I. Bd. mit 35 Tafeln: Fische und Amphibien, Stockholm 1881, II. Bd. mit 39 Tafeln: Reptilien, Vögel und Säugethiere, Stockholm 1884. Ueber die neuere Litteratur des Gehörorgans verweise ich auf *R. Wiedersheim*, Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, 4. Aufl. 1898; *C. Gegenbaur*, Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere, I. Bd. 1898, auf die Berichte über die Fortschritte der normalen und pathologischen Anatomie und Histologie von *A. Barth* in der Zeitschr. f. Ohrenheilk. seit 1892, auf die zoologischen Jahresberichte der zoologischen Station in Neapel und die anatomischen Referate in *Schwalbe*'s Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie; dann auf *G. Schwalbe*, Das äussere Ohr in *Bardeleben*'s Handbuch der Anatomie, 5. Bd., 2. Abth. 1898 (mit vollständiger Litteraturangabe S. 186) und *E. Gaupp*, Ontogenese und Phylogenese des schallleitenden Apparates bei den Wirbelthieren, in Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch. 8. Bd. 1898 (Wiesbaden 1899).

Von speziell auf die Histologie und Histogenese des Labyrinths bezüglichen neueren Arbeiten führe ich ausser den im Texte citirten noch an: L. *Katz*, Beitrag zur Frage über die Verbindung der *Corti*'schen und *Deiters*'schen Zellen etc., in Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1888, S. 197; *Derselbe*, Ueber die Endigung des *Nervus cochleae* im *Corti*'schen Organ, in Arch. f. Ohrenheilk. 29. Bd., S. 54; *Barth*, Beitrag zur Anatomie der Schnecke, Anat. Anz. 1889, S. 620; L. *Katz*, Histologisches über den Schneckenkanal, speziell die *Stria vascularis*, in Arch. f. Ohrenheilk. 31. Bd., S. 66; H. *Ayers*, Die *Membrana tectoria* etc., in Anat. Anz. 1891, S. 219; O. *Kaiser*, Das Epithel der *Cristae* und *Maculae acusticae*, in Arch. f. Ohrenheilk. 32. Bd., S. 1; G. *Retzius*, Die peripherische Endigungsweise des Gehörnerven, in Verh. d. anat. Ges. 1892, S. 63; A. *Prenant*, Recherches sur la paroi externe du limaçon etc., in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 9. Bd., p. 5 u. 41; G. *Retzius*, Weiteres über die Endigung des Gehörnerven, in Biol. Unters. N. F. 5. Bd., S. 35; H. *Steinbrügge*, Ueber das Verhalten des menschlichen *Ductus cochlearis* im Vorhofblindsack, in Anatom. Hefte 3. Bd., S. 161; A. *Dupuis*, Die *Corti*'sche Membran, Ebenda S. 449; M. v. *Lenhossék*, Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane, Wiesbaden 1894 (Nervenendigung in den *Maculae* und *Cristae*); G. *Retzius*, Die Endigungsweise des Gehörnerven bei den Reptilien, in Biol. Unters. N. F. 6. Bd., S. 46; *Derselbe*, Zur Entwicklung der Zellen des *Ganglion spirale* und zur Endigungsweise des Gehörnerven bei den Säugethieren, Ebenda S. 52; P. *Coyne* et A. *Cannieu*, Contribution à l'étude de la membrane de *Corti*, in Journ. de l'anat. et de la phys. Année 31 (1895), p. 261; R. *Krause*, Die Endigungsweise des *N. acusticus* im Gehörorgane, in Verhandl. d. Anat. Gesellsch. 1896; C. *Poli*, Zur Entwicklung der Gehörblase bei den Wirbelthieren, in Arch. f. mikrosk. Anat. 48. Bd., S. 644; H. *Ayers*, On the membrana basilaris, the membrana tectoria and the nerveendings in the human ear, in Zoolog. Bull. Vol. I, Boston, May 1898; A. *Cannieu*, Recherches sur l'appareil terminal de l'acoustique, in Journ. de l'anat. et de la physiol. 35 Année (1899), p. 1; H. *Joseph*, Zur Kenntniss vom feineren Bau der Gehörschnecke, in Anat. Hefte 14. Bd., S. 447; P. *Denis*, Recherches sur le développement de l'oreille interne chez les Mammifères (*Vespertilio murinus*), in Arch. de Biologie T. 18, p. 377; R. *Krause*, Entwicklungsgeschichte des Gehörorgans, in Handb. d. Entwicklungsgesch. der Wirbelthiere, herausg. von O. *Hertwig*, 4. u. 5. Lieferung, 1902 (umfassendes Litteraturverzeichniss).

3. Vom Geruchsorgane.

§ 350.

Das **Geruchsorgan** besteht aus den zwei von Knochen und Knorpeln gestützten und von einer Schleimhaut ausgekleideten **Nasenhöhlen** und einer gewissen Zahl von Nebenhöhlen, nämlich den *Sinus frontalis*, *sphenoidales*, *ethmoidales* und dem *Antrum Highmori*. Von allen diesen Räumen dienen jedoch dem Geruche selbst nur die obersten Theile der Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, während die anderen entweder einfach Zuleitungskanäle sind und zugleich bei der Respiration sich betheiligen, oder wenigstens einer unmittelbaren Beziehung zur Sinnesthätigkeit ermangeln.

Die genannten Hartgebilde zeigen nicht viel Bemerkenswerthes und ist von den Knochen nur das zu erwähnen, dass sie am Siebbeine an den dünnsten Stellen der *Havers*'schen Kanäle entbehren. Die Knorpel der Nase sind von hyaliner Beschaffenheit und gleichen am meisten denen des Kehlkopfs, nur dass der Inhalt der Knorpelzellen meist sehr blass und fettarm, die Bildung von Kapseln wenig ausgesprochen und die Grundsubstanz fein körnig ist. Unter dem *Perichondrium* liegt auch hier eine Lage abgeplatteter Zellen, die an der Scheidewand bis 50 μ Dicke erreicht, während im Innern die Zellen mehr

rundlich, grösser und reihenweise in der Richtung der Dicke des Knorpels angeordnet sind.

Von der Bekleidung dieser Theile mag zuerst die Haut der äusseren Nase angeführt werden, welche durch die dünne *Epidermis* von 50—70 μ, eine straffe *Cutis* von 0,5 mm mit kleinen unentwickelten Papillen von 30—50 μ und feinen Härchen, so wie durch ein derbes 2 mm dickes, mit den Knorpeln innig vereinigtes Fettgewebe mit bis in dasselbe reichenden grossen Talgdrüsen und kleinen Schweissdrüsen von 0,16—0,2 mm sich auszeichnet. Diese äussere Haut mit ihren Talgdrüsen mit stärkeren Haaren (*Vibrissae*) zieht sich auch noch etwas in die Nasenhöhle, in den Vorhof (*Vestibulum*) derselben, hinein, ungefähr

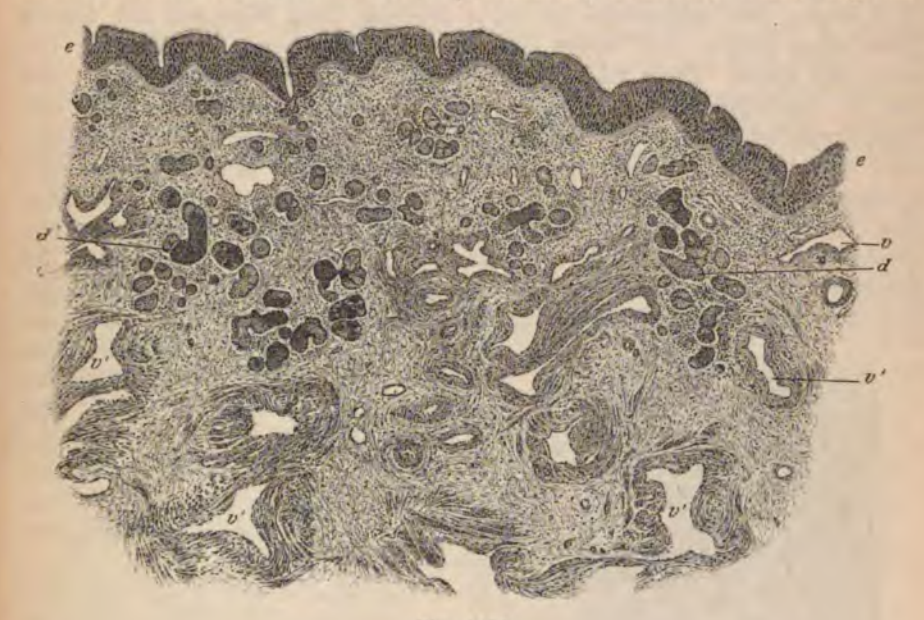


Fig. 1473.

bis da, wo die knorpelige äussere Nase aufhört, so jedoch, dass nach *Ecker* das vordere Ende der unteren Muschel und der vordere Theil des *Meatus narium inferior* hinter der *Apertura pyriformis* noch Pflasterepithel haben, und geht dann unmerklich in die Schleimhaut der Nasenhöhle über, welche alle übrigen Räume auskleidet, jedoch nicht überall dieselbe Beschaffenheit zeigt. Nach *Todd-Bowman*'s von *Koelliker* und vielen Anderen bestätigter Entdeckung nämlich zerfällt diese bei den Säugethieren in einen flimmernden und nicht flimmernden Theil, von welchen der letztere auf die obersten Theile der eigentlichen Nasenhöhle, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet

Fig. 1473. Senkrechter Durchschnitt durch die Schleimhaut des mittleren Theiles der unteren Nasenmuschel. Vom Hingerichteten H. *Müller*'s Flüssigk., Hämat., Eosin. Vergr. 35. *d* Läppchen einer gemischten Schleimdrüse; *d'* Drüsenschlauch mit stark schleimhaltigen Zellen (Schleim dunkel); *e* mehrreihiges Flimmerepithel, darunter die Basalmembran; *v* muskellose Venen der Oberfläche; *v'* Venen mit dicker muskulöser Wand (sogenanntes kavernöses Gewebe).

(*Regio olfactoria*), beschränkt ist, und daher als Riechschleimhaut im engeren Sinne bezeichnet wird, während die andere den respiratorischen Theil der Nasenhöhle (*Regio respiratoria*) bedeckt und in früherer Zeit *Schneider*'sche Haut genannt wurde.

Fassen wir diese letztere zuerst ins Auge (Fig. 1473), so finden wir auch bei ihr, obschon ihr Epithel überall flimmert, doch nicht allerwärts denselben Bau, und kann man an ihr füglich die dickere drüsenreiche Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhle von der dünneren der Nebenhöhlen und des Inneren der Muscheln unterscheiden. Das Epithel ist an beiden Orten ein mehrreihiges mit Becherzellen, ähnlich dem des Kehlkopfs (Fig. 1054), hier von etwa 40 μ Dicke, dort stellenweise bis 94 μ messend, beim Menschen mit blassen feinkörnigen Zellen. Bei Thieren erzeugen die Flimmerhaare eine Strömung von vorn nach hinten. Dann folgt eine Basalmembran (Siehe Kehlkopf S. 284) und eine der elastischen Elemente ganz ermangelnde oder wenigstens an solchen sehr arme, vorzüglich aus gewöhnlichem Bindegewebe zusammengesetzte Schleimhautlage, in welche in der eigentlichen Nasenhöhle sehr viele grössere und kleinere gemischte traubenförmige Schleimdrüschen mit Drüsenbläschen von 45—90 μ (Fig. 1473 *d*) und demselben Baue, wie im Kehlkopfe und der Luftröhre eingesenkt sind, so dass dieselbe stellenweise, namentlich an den Grenzen des Scheidewandknorpels und an den unteren Muscheln, 2—4,5 mm Dicke besitzt. Uebrigens rührt die Dicke der Schleimhaut dieser Gegenden nicht einzig von den Drüsen, sondern auch, wie namentlich am Rande und dem hinteren Ende der unteren Muschel, von reichlichen von *Koelliker* (Dieses Handb. I. Aufl.) und *Kohlrausch* aufgefundenen cavernösen Venennetzen im Innern derselben her, so dass hier eine Art Schwellgewebe entsteht (Fig. 1473 *v*, *v*, 1474 *v*). Doch unterscheidet sich dieses cavernöse Gewebe von dem eigentlichen Schwellgewebe dadurch, dass ein Balkengewebe mit glatten Muskelbündeln fehlt; letztere vielmehr den Wandungen der in der Tiefe der Schleimhaut befindlichen Venengeflechte angehören. In den Nebenhöhlen fehlen die Drüsen fast ganz, und hat *Koelliker* dieselben nur hie und da im *Antrum Highmori*, *Luschka* auch sehr spärlich in den *Sinus sphenoidales* und *ethmoidales* gefunden, wo dieselben in ihren Ausführungsgängen und Drüsenbläschen manchmal bis zu 6 mm grossen schleimhaltigen Cysten ausgedehnt waren. *Sappey* behauptet, dass zahlreiche, aber sehr kleine Drüschen in allen Nebenhöhlen vorkommen. Abgesehen von diesen Stellen ist die *Mucosa* der Nebenhöhlen äusserst zart und von dem Perioste derselben nicht als besondere Schicht

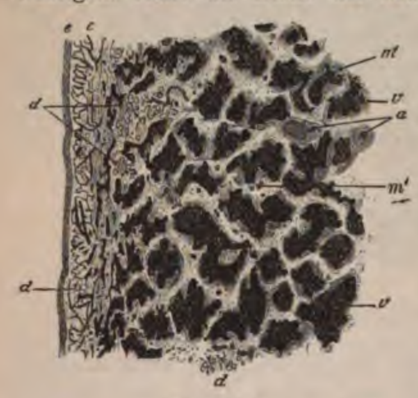


Fig. 1474.

Fig. 1474. Frontaler Längsschnitt durch den Rand der unteren Nasenmuschel. Injektionspräparat von Prof. *Zuckerkandl*. Vergr. 14. *a* Arterien; *c* Kapillaren der Schleimhaut; *d* Schleimdrüsen; *e* Flimmerepithel; *m* ringförmige glatte Muskeln; *m'* längsverlaufende glatte Muskelbündel um die Venen; *v* cavernöse Venenräume.

zu trennen, was in der Nasenhöhle selbst, namentlich an den drüsenreichen Stellen, trotz des innigen Zusammenhanges beider, doch gelingt. In pathologischen Fällen kann die Schleimhaut der Nebenhöhlen und zum Theil auch die der Muscheln Kalkablagerungen von verschiedener Ausdehnung darbieten, in Folge deren sie eine weisse Farbe annimmt (*Koelliker*, *Virchow*, Entw. des Schädelgr. S. 41). Wie an anderen Stellen der Respirationsschleimhaut kommen auch in jener der Nasenhöhle in den oberflächlichen Lagen Einlagerungen von Leukocyten vor, die nicht selten, namentlich gegen den Schlundkopf in diffuses oder selbst deutliche Follikel bildendes adenoides Gewebe übergehen (*E. Zuckerkandl* in Wiener Med. Jahrb. 1886). *Stöhr* (in Würzb. Verh. N. F. 20. Bd.) fand Lymphknötchen an den Ausführungsgängen der Schleimdrüsen der unteren Muschel und reichliche Durchwanderung von Leukocyten durch das Epithel der Ausführungsgänge, wie an den Tonsillen (Siehe S. 69). Lymphknötchen können auch leichte Vorwölbungen der Schleimhaut bedingen. Sonst erscheint dieselbe glatt, nur dort wo Schwellgewebe vorhanden, zeigt sie leisten- oder wärzchenförmige Unebenheiten (*E. Zuckerkandl* in Anat. d. Nasenhöhle).

Die eigentliche Riechschleimhaut nimmt von allen Abschnitten des Geruchsorganes nur die obersten Theile der Scheidewand und der Seitenwände der eigentlichen Nasenhöhlen, wo die oberen Muscheln sitzen, ein, von der *Lamina cribrosa* an höchstens 2,0—2,8 cm abwärts. Die Ausdehnung der Riechregion scheint grossen individuellen Schwankungen, die wohl mit der relativen Rückbildung des Riechorganes beim Menschen gegenüber den makrosmatischen Thieren zusammenhängt, unterworfen zu sein. *v. Brunn* fand Fälle, in welchen dieselbe auf die obere Muschel und eine entsprechende Stelle der Scheidewand sich beschränkte. Die Riechschleimhaut ist von der zunächst auf sie folgenden flimmernden *Mucosa* schon für das unbewaffnete Auge durch ihre Färbung unterschieden, welche bald gelblich ist, wie beim Menschen, dem Schafe, Kalbe, bald gelbbraun oder braun, wie beim Kaninchen und Hunde, und begrenzt sich bei der mikroskopischen Untersuchung durch einen ziemlich bestimmten zackigen oder wellenförmigen Rand. Beim Menschen finden sich da und dort Inseln von Flimmerepithel im Riechepithel und an der Grenze auch umgekehrt Inseln von Riechepithel im Flimmerepithele. Die Verschiedenheiten des Baues der Riechschleimhaut beruhen abgesehen von der Beschaffenheit des Epithels, auf der Abwesenheit einer Basalmembran, auf dem Vorkommen der von *Koelliker*



Fig. 1475.

Fig. 1475. Senkrechter Durchschnitt durch die Riechschleimhaut der medialen Fläche der mittleren Muschel. Vom Justifizirten H. *Müller*'s Flüssigk., Hämatox., Eosin. Vergr. 35. *b* Schicht der *Bowman*'schen Drüsen; *b'* Endstücke der Drüsen; *e* Riechepithel; *m* Mündung eines Ausführungsganges; *o* Olfactoriusbündel; *v* Venen.

sogenannten *Bowman*'schen Drüsen, und dem Verhalten der Nerven. Das Epithel bei makrosmatischen Thieren ist viel dicker als beim Menschen, so dass es beim Schafe, wo das flimmernde Epithel 68 μ beträgt, 110 μ misst, und beim Kaninchen ersteres 90 μ letzteres 150 μ. Trotz dieser für ein *Epithelium* bedeutenden Dicke ist dasselbe ungemein zart und weich, und erhält sich nur in ganz bestimmten Lösungen (siehe unten) so, dass es in seinen einzelnen Theilen bestimmt zur Anschauung kommt. Nach den Erfahrungen von *Eckhardt* und vor Allem von *M. Schultze*, welche letzteren *Koelliker* mit *Ecker* und die meisten späteren Autoren bestätigen konnten, ist dasselbe ein einschichtiges Epithel von sehr langen Zellen, zwischen denen noch andere zellenartige Bildungen, die sogenannten Riechzellen (*M. Schultze*) eingeschoben sind. Die Epithelzellen oder Stützzellen (Fig. 1478, *st* Fig. 1477, *d*) sind im Allgemeinen so beschaffen, wie die langgestreckten Zellen von Flimmerepithelien, mit dem Unterschiede jedoch, dass ihre häufig facettenartige Einbuchtungen zeigenden Ausläufer am unteren Ende meist gabelförmig gespalten oder selbst mit mehrfachen Ausläufern versehen sind, ja selbst mit denen benachbarter Zellen sich verbinden. Die Kerne dieser Zellen sind länglichrund, mit weniger leicht sichtbarem *Nucleolus* und meist körnigem Inhalte, und die Zellen führen neben ihrem gewöhnlichen körnigen Inhalte eine gewisse Zahl von je nach den Geschöpfen gelb oder braun gefärbten Farbkörnchen, von denen die oben berührte Farbe der *Regio olfactoria* einem guten Theile nach abhängt. Zwischen den Fusstheilen der Epithelzellen, welche bei Thieren, wie die oberen Zelltheile, häufig glänzende gelbe Pigmentkörnchen enthalten, kommt, wie *M. Schultze* zuerst bei Plagiostomen fand, eine der bindegewebigen Unterlage unmittelbar aufsitzende zweite Art von Epithelzellen vor, die *W. Krause* (in Allg. Anat. S. 178) als Basalzellen (Fig. 1478, *b*) bezeichnete. Sie sind niedrig, mit relativ kurzen äusseren Fortsätzen versehen, sitzen meist mit breiter Basis an der Schleimhaut und hängen theilweise durch seitliche Ausläufer zusammen. Ob die Basalzellen als Ersatzzellen für die cylindrischen Epithelzellen zu betrachten sind, wie *Krause* u. A. annehmen, oder ob sie eine besondere, selbstständige Zellenart darstellen, ist nicht sicher gestellt. Nach *Cannieu* und *Gentes* (Gaz. hebd. de Sc. méd. de Bordeaux, Oct. 1900) sollen die Basalzellen mit feinen Fortsätzen bis an die freie Oberfläche reichen, was die Genannten übrigens — wohl mit Unrecht — auch von den Basalzellen des Flimmerepitheles der respiratorischen Region behaupten. Viel schwerer zu erforschen sind die Riechzellen (Fig. 1477 *c*, 1476,3). Dieselben stellen, wie *M. Schultze* sie mit Recht beschreibt, langgestreckte spindelförmige Gebilde dar, die von dem mittleren Zellenkörper aus, der einen rundlichen hellen Kern

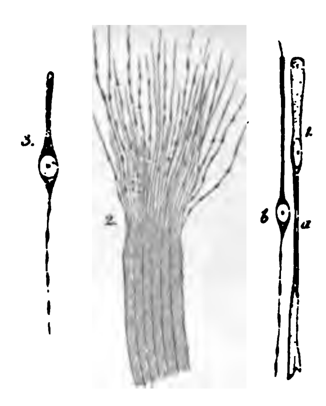


Fig. 1476.

Fig. 1476. 1. Vom Frosche. *a* Epithelzelle der *Regio olfactoria*; *b* Riechzelle. 2. Kleines Olfactoriusästchen des Frosches an dem einen Ende in einen Pinsel varicöser Fädchen zerfallend. 3. Riechzelle vom Schafe. Vergr. 350.

mit deutlichem *Nucleolus* und keinen Farbstoff enthält, nach beiden Seiten in feine fadenförmige Fortsätze auslaufen. Der äussere Fortsatz ist etwas dicker, zieht zwischen den breiten Theilen der Epithelzellen nach aussen bis zur Endfläche derselben und zeigt hier noch einen kurzen, die Epithelzellen überragenden Fortsatz, den *Max Schultze* für ein durch Reagentien hervorgerufenes Kunstprodukt hielt, der aber – wie spätere Untersuchungen *A. v. Brunn's* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 39. Bd.) lehrten — aus feinen Härchen, den Riechhärchen besteht, wie solche bei niederen luftathmenden Wirbelthieren schon lange bekannt sind. Aehnlich wie die Stäbchenkörner der Netzhaut in mehreren Schichten über einander liegen, ist dies auch bei den kernhaltigen Anschwellungen der

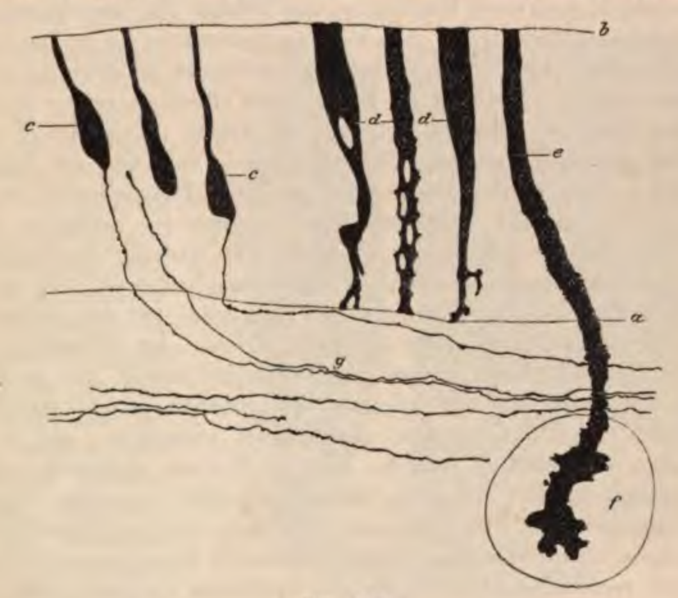


Fig. 1477.

Riechzellen der Fall. Dadurch wird wesentlich die an senkrechten Durchschnitten hervortretende vielfache Schichtung der Kerne des Riechepithels bedingt. Die Mehrzahl der Kerne der Riechzellen, welche von fast kugeliger Form, 6—7 μ gross und nur von einer dünnen Protoplasmaschicht bedeckt sind, befindet sich unterhalb der Kerne der cylindrischen Epithelzellen. Einzelne sind aber auch oberhalb derselben zu finden und sie bilden wohl, neben wandernden Leukocyten, einen Theil der von *Suchanneck* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 36. Bd.) unter dem Namen „Glockenzellen" beschriebenen Elemente. Je nach der Lage der Kerne sind die äusseren und inneren Fortsätze der Riechzellen von sehr verschiedener Länge. Die inneren Fortsätze der Riechzellen sind von grosser

Fig. 1477. Senkrechter Durchschnitt durch die Riechschleimhaut einer zwei Tage alten Katze. *Golgi*-Präparat. Vergr. 325. *a* Untere, *b* obere Grenze des Epithels (nur angedeutet); *c* Riechzellen nach unten in *g* Olfactoriusfasern übergehend; *dd* drei Epithelzellen (von einer anderen Stelle des Präparats entnommen); *e* Ausführungsgang einer *Bowman*'schen Drüse *f*, deren mit Sekret erfüllter Hohlraum ebenfalls imprägnirt ist.

Feinheit und gehen, wie zuerst *M. Schultze* auf Grund der Untersuchung von Isolationspräparaten angab, direkt in eine Riechnervenfaser über: eine Behauptung, welche durch die Untersuchungen *Golgi's* mit der Chromsilbermethode und durch die vitale Methylenblaufärbung von *Ehrlich* (Deutsche med. Wochenschr. 1886) zweifellose Bestätigung fand. Der an Isolationspräparaten als feiner, meist variköser Faden (Fig. 1476.3) erscheinende Nervenfortsatz steigt entweder fast gerade oder unter Biegungen in die Tiefe und dringt dann in ein Bündel der Riechnervenfasern unter schrägem Verlaufe ein (Fig. 1477, *c*).

Die Oberfläche des Riechepithels ist nach *v. Brunn* mit einem feinen Häutchen, einer Membrana limitans, aus welcher die Riechhärchen hervorragen, abgeschlossen. Sicher ist, dass man an senkrechten feinen Durchschnitten gut fixirter Präparate stets einen stärker lichtbrechenden Saum an der Oberfläche des Epitheles bemerkt. Doch ist die Natur dieser Grenzlage schwer festzustellen. Ich habe den Eindruck, dass es sich um ein stärker entwickeltes System von Schlussleisten, nicht aber um eine Cuticula an der Oberfläche der Epithelzellen handelt. Dass dieses Schlussleistensystem auf dem Durchschnitte wie eine zusammenhängende Linie an nicht ganz dünnen Schnitten erscheint, lässt sich aus der Anordnung der Zellenenden erklären. Die Aufsicht der Stützzellen ist nämlich kreisförmig, wenigstens nicht so regelmässig polygonal wie an gewöhnlichen Epithelzellen und das obere Ende der Stützzellen hat eine wahre Cylinderform. Die Zwischenräume, welche von den Kreisen der Stützzellen begrenzt werden, sind von den oberen Enden der Riechzellen erfüllt und an der Oberfläche sind alle Zellen von Schlussleisten fest gehalten, welche vermöge dieser eigenthümlichen Anordnung relativ mehr Raum einnehmen, als in anderen Epithelien und es erklärlich machen, dass *v. Brunn* stellenweise ein feines Häutchen isoliren konnte. Dass die Stützzellen selbst von einem deckelartigen Häutchen überzogen sind, halte ich nicht für richtig, da die Stützzellen an ihrer freien Oberfläche oft wie von einem besonderen, feinen Cuticularsaum (*Schiefferdecker*), der vertikal gestreift ist, bedeckt erscheinen und nicht selten tropfenartige Ausscheidungen erkennen lassen. Bei manchen Thieren, wie z. B. beim Frosch, sind sie wohl zweifellos secernirende Elemente (*A. Dogiel*), deren freie Enden an fixirten Präparaten den Cylinderzellen des Magens sehr ähnlich sind, beziehungsweise wie diese an Becherzellen erinnern.

Ausser dem eigentlichen Riechepithele kommen bei makrosmatischen Thieren (Rind, Maus, Kaninchen), wie *Disse* (Anatom. Hefte, 6. Bd.) fand, an den hinteren oberen Riechwülsten, seltener an der entsprechenden Gegend der Nasenscheidewand da und dort Geschmacksknospen von demselben Baue, wie jene der Zunge (siehe S. 18 ff.) vor. Bildungen, welche Geschmacksknospen einigermassen ähnlich sind, wurden zuerst von *Blaue* (Arch. f. Anatomie und Phys. 1884 S. 231) bei Knochenfischen und geschwänzten Amphibien aufgefunden. *Blaue* glaubte diesem Funde die Bedeutung zuschreiben zu sollen, dass das eigentliche Riechepithel phylogenetisch aus *Leydig*'schen Sinnesbechern beziehungsweise Geschmacksknospen hervorgehe. Diese Ansicht wurde jedoch durch die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von *Madrid-Moreno* (Biolog. Centralbl. 6. Bd. S. 589) als unhaltbar erwiesen und gegenwärtig ist dieselbe wohl für immer dadurch beseitigt, dass die Zellen der wahren

Geschmacksknospen im Riechepithele (*Disse*) keineswegs in Riechnervenfasern übergehen, sondern in ganz ähnlicher Weise innervirt werden, wie die Geschmacksknospen an anderen Orten (siehe S. 26 und unten Nerven). Was die *Blaue*-schen Geschmacksknospen anbelangt, wies *G. Retzius* für Myxine, einige Knochenfische (Hecht, Aal, Gasterosteus) und für Salamandra nach, dass bei diesen Thieren durch grubige Vertiefungen, welche von echtem Riechepithel ausgekleidet sind, Geschmacksknospen nur vorgetäuscht werden (Biol. Unters. N. F. 4. Bd.)

Die *Bowman*'schen Drüsen *(Glandulae olfactoriae)* sind kleine (0,3—1 mm im horizontalen Durchmesser) tubulo-acinöse Drüsen von eigenthümlichem Baue, welche in grosser Zahl die Schleimhaut unter dem Riechepithele erfüllen und mit ihren Ausführungsgängen das letztere durchbohren (Fig. 1475, *m*, Fig. 1478, *a*). Sie zeigen beim Menschen, unmittelbar unter dem Epithele mit weiter Lichtung versehene, blasenartige, 0,05 bis 0,1 mm in der Tiefe und bis 0,25 mm in der Breite messende Räume (Fig. 1475, *b*), von welchen nach der Tiefe gewundene, engere, doch mit deutlicher Lichtung (3—5 μ) versehene, röhrenartige manchmal verzweigte, in schräger, oft fast horizontaler Richtung verlaufende Endstücke ausgehen. (Fig. 1475 *b*'). Alle Gänge sind von kubischen oder keilförmigen, einschichtigen, 16—18 μ hohen Drüsenzellen ausgekleidet, welche manchmal Schleimreaktion zeigen. Die Zellen sind an fixirten Präparaten gewöhnlich feinkörnig, färben sich meist stark in Eosin und lassen ihre Grenzen nur schwer oder gar nicht erkennen (Fig. 1478 *a*). Die Kerne sind fast kugelig, 4—6 μ gross, seltener leicht abgeplattet. Die *Membrana propria* ist zart, nicht immer deutlich erkennbar, am besten noch an Orceinpräparaten, an welchen sie dunkel gefärbt erscheint. Korbzellen konnte ich nicht wahrnehmen. Die Ausführungsgänge treten aus den blasig erweiterten Gängen in gerader

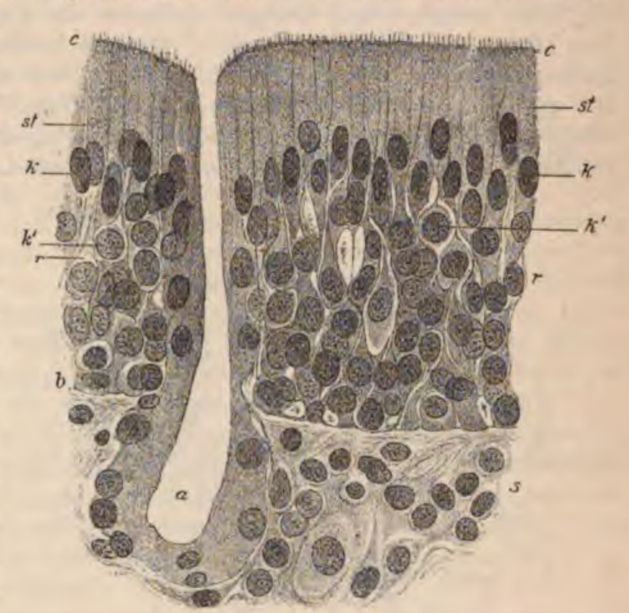


Fig. 1478.

Fig. 1478. Mündung einer *Bowman*'schen Drüse im Riechepithel. Die Stelle *m* der Fig. 1475 bei 465maliger Vergrösserung. *a* Ausführungsgang von besonderen Zellen ausgekleidet; *b* Basalzellen; *c* *Cuticula* und Riechhärchen; *k* Kerne der Stützzellen, *k*' der Riechzellen; *r* Riechzellen; *s* Schleimhaut mit Olfactoriusfäserchen und Bindegewebszellen; *st* Stützzellen.

Richtung durch das Riechepithel und zeigen auch hier noch bis an die kernfreie Zone der Stützzellen eine besondere zellige Auskleidung von demselben Charakter, wie er den Drüsenzellen zukommt. Wo Flimmerepithel in der Riechschleimhaut vorkommt, ferner jenseits des Randes des Riechepitheles, den die *Bowman*'schen Drüsen oft überschreiten, münden dieselben in von Flimmerepithel ausgekleidete Krypten (*v. Brunn*). Durch alle diese Charaktere erweisen sich die *Bowman*'schen Drüsen als deutlich verschieden von den gemischten Schleimdrüsen des respiratorischen Theiles der Nasenhöhle und stellen sich als spezifische Drüsen mit etwas Schleim enthaltendem Sekrete dar, die der Riechschleimhaut eigenthümlich sind. Bei Thieren enthalten die Zellen der *Bowman*'schen Drüsen häufig gelbe oder gelbbraune Pigmentkörnchen, welche die Kerne umgeben und bedingen theilweise die Farbe der Riechschleimhaut. Den Thieren fehlen die, zuerst von *v. Brunn* beschriebenen, blasig erweiterten Anfangstheile der Drüsen und an ihre Stelle tritt ein meist kurzer Schlauch mit spärlichen seitlichen Ausbuchtungen. An *Golgi*-Praparaten kann man an Gängen, deren Lichtung mit Silberlack erfüllt ist, da und dort kurze Sekretkapillaren zwischen die Drüsenzellen eindringen sehen.

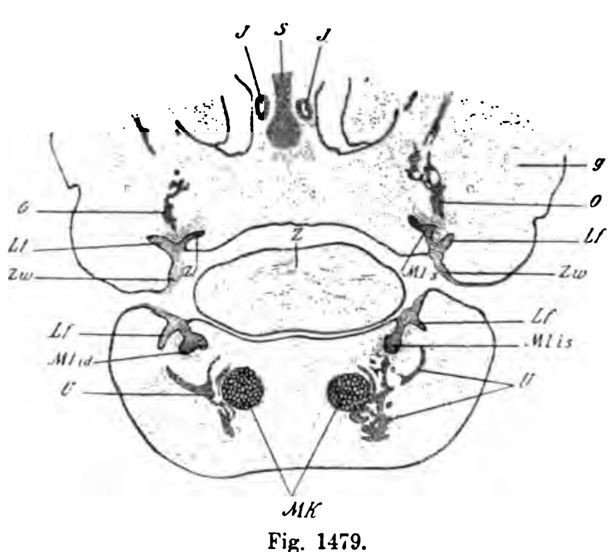


Fig. 1479.

Das leimgebende **Bindegewebe** der **Riechschleimhaut**, welches zwischen den Drüsen, Nervenbündeln und den reichlichen Blutgefässen, ohne scharfe Grenze nach der Tiefe in die Beinhaut übergeht, entbehrt der elastischen Fasern oft fast vollständig. In demselben sind, besonders in den oberen Lagen, zahlreiche Bindegewebszellen, die beim Menschen zum Theile gelbe bis gelbbraune Pigmentkörnchen enthalten. Ausserdem finden sich Leukocyten in wechselnder Zahl, die, wie *v. Brunn* fand, auch in das Riechepithel eindringen und dasselbe da und dort durchwandern.

Ausser dem Riechepithele in der eigentlichen Riechregion kommt in der Nasenhöhle der makrosmatischen Thiere noch am vorderen Theile der Nasen-

Fig. 1479. Frontalschnitt durch den unteren Theil des Gesichtes eines acht Wochen alten menschlichen Embryo. Vergr. 17. Pikrinsublimat, Hämatoxylin-Eosin. *J Jakobson*'sches Organ; *Lf* Lippenfurchenleiste; *Mlid* Schmelzorgan des I. rechten unteren. *Mlis* des I. linken unteren, *Mls* des I. linken oberen Mahlzahnes; *MK Meckel*'sche Knorpel; *O* Knochen des Oberkiefers; *S* Knorpel der Nasenscheidewand; *U* Knochen des Unterkiefers; *Z* Zunge; *Zl* Zahnleiste des rechten Oberkiefers zwischen Eck- und I. Mahlzahn; *Zw* Zahnwall; *g* Blutgefässe.

scheidewand nahe am Boden der Nasenhöhle eine sack- oder schlauchartig gestaltete, von einem besonderen Knorpel gestützte Schleimhautbucht vor, welche von Riechepithel ausgekleidet und mit Drüsen versehen ist: das *Jacobson*'sche Organ (*Organon vomeronasale A. N.*). Dieses erhält einen besonderen Ast des Riechnerven und steht beim Schafe und anderen Thieren durch den hier offenen *Ductus naso-palatinus* (*Steno*'scher Gang) mit der Mundhöhle in Verbindung. Beim erwachsenen Menschen fehlt das Organ häufig oder ist wenigstens in einem rudimentären Zustande. Dagegen ist es, wie *Koelliker* (in Würzb. Verh. N. F. 17. Bd.) fand, beim Embryo (Fig. 1479) regelmässig vorhanden und mit einem Olfactoriuszweige versehen, der aber später verschwindet und bereits im 4. und 5. Embryonalmonate nicht mehr nachzuweisen ist. Das Epithel des *Jacobson*'schen Organes der Thiere zeigt alle wesentlichen Charaktere des Riechepitheles der eigentlichen Riechregion.

Die Nasenschleimhaut ist in der eigentlichen Nasenhöhle sehr reich an Gefässen, weniger in den Nebenhöhlen, und bilden dieselben mit ihren Endästen, theils um die Drüsen und in den Stämmen und Aesten der Geruchsnerven lockere Geflechte, theils dicht unter dem Epithel ein enges Kapillarnetz, von welchem im Bereiche der Riechschleimhaut, wie *Della Valle* beim Menschen nachwies, einzelne Schlingen, sogar in das Epithel selbst eindringen. Auch die Aeste der Arterien verbinden sich vielfach untereinander ebenso wie die der Venen, und bilden die letzteren namentlich an der unteren Muschel aber auch am hinteren Rande der mittleren und oberen die reichlichen, schon erwähnten schwammigen Geflechte. Eine eingehende Darstellung der Blutgefässe und des Schwellgewebes der Nasenschleimhaut gab *E. Zuckerkandl* (Norm. u. pathol. Anat. der Nasenhöhle. 2. Aufl. I. Bd. Wien 1893).

Die Lymphgefässe bilden dichte kapillare Netze in der Schleimhaut, die nach der Tiefe in weitere Röhren übergehen und sich zu Stämmchen vereinigen, welche nach den tiefen Lymphknoten des Gesichtes und des Nackens (*Lymphogl. faciales proff.* und *cervicales proff. superiores*) ihren Abfluss finden. Wie *Schwalbe* fand, *A. Key* und *G. Retzius* ausführlich darlegten, lassen sich die Lymphgefässe vom Subdural- und Subarachnoidalraume des Gehirnes injiziren, wobei die Masse auch perineurale Spalträume längs der Riechnervenbündel und Bindegewebsspalten der Schleimhaut erfüllt und sogar längs der Drüsengänge bis an die freie Epithelfläche gelangt. Die Nerven der Nasenschleimhaut sind, abgesehen vom Riechnerven, Zweige des ersten und zweiten Astes des *Trigeminus* (*Ethmoidales*, *Nasales posteriores*, *Alveolaris sup. ant.*), welche vorzüglich den respiratorischen Theil versorgen und hier, wie in anderen sensiblen Schleimhäuten, des Schlundkopfes z. B. sich verhalten. Die von *Fusari* (Atti d. Accad. di Sc. Med. e Nat. Ferrara 1893) in der Submucosa der Nasenschleimhaut beschriebenen Nervenzellen sind wahrscheinlich den Nervenscheiden zugehörige Elemente und keine Ganglienzellen. Von den, dem fünften Nervenpaare angehörigen Geflechten gehen auch Zweige in die Riechregion, wie *Remak*, *Koelliker* und *M. Schultze* sahen, und einzelne markhaltige Fasern verlaufen auch in der Bahn der Riechnervenzweige. Die Trigeminusfasern versorgen in der Riechschleimhaut die *Bowman*'schen Drüsen, die Schleimhaut, ferner bei Thieren die Geschmacksknospen; doch hält es *Disse* für möglich, dass zu den letzteren Fasern des Glossopharyngeus auf Umwegen gelangen,

ohne jedoch bestimmte Beweise dafür vorzubringen. Auch abgesehen von den Geschmacksknospen kommen freie, dendritisch verzeigte Nervenenden im Riechepithele vor, wie *v. Brunn*, *v. Lenhossék* und *Retzius* (Biol. Unters. N. F. 4. Bd. S. 64) angeben. Wahrscheinlich stammen auch diese Fasern aus dem Trigeminus, da centrifugale aus dem Riechkolben entspringende Olfactoriusfasern nicht bekannt sind. Ausserdem finden sich natürlich, wie in allen Schleimhäuten, wo Gefässe sind, sympathische Nerven. Ueber den Bau des Riechnerven war bereits (2. Bd. S. 37) ausführlich die Rede und es sei hier nur noch beigefügt, dass nach neueren Untersuchungen von *Disse* (Marburger Sitzber. 1896. S. 77) die Kerne der Scheiden der Riechnervenfasern aus dem embryonalen Riechepithele einwandern, also nicht mesodermalen, sondern ektodermalen Ursprunges sind. Die centrale Endigung der Riechnerven fand ebenfalls im zweiten Bande (S. 692 ff.) eine eingehende Darstellung, auf welche hiemit verwiesen sei.

Die Drüsen der respiratorischen Region der Nasenschleimhaut wurden von *A. Heidenhain* (Diss. Breslau 1870) als seröse (Eiweiss-) Drüsen erklärt. *Stöhr* (l. c.) wies jedoch nach, dass es sich beim Menschen um gemischte Drüsen, die Alveolen mit Eiweiss- und Schleimzellen besitzen, handle. In der That haben diese Drüsen denselben Bau, wie jene des Kehlkopfes und der Luftröhre und kann daher auf das S. 289 Gesagte verwiesen werden. Bei makrosmatischen Thieren kommen grössere tubuloacinöse Nasendrüsen vor, welche als seitliche und als septale unterschieden werden. Die seitliche Nasendrüse, von *Steno* (*Stenson*) entdeckt, findet sich am mittleren Nasengange und kann sich bis in den Bereich der unteren Muschel und der Oberkieferhöhle ausdehnen. Sie ist bei Hufthieren, Nagern, Raubthieren und Insektenfressern und bei *Manis* nachgewiesen. Die Entwicklung der *Steno*'schen Drüse bei Hufthieren wurde von *C. Kangro* (Dissert. Dorpat 1884) eingehend untersucht; er hält sie für eine Eiweissdrüse, doch fehlen genauere Angaben über den feineren Bau der Drüsenschläuche. Später machte *F. Schwink* (Ueber den Zwischenkiefer u. s. w. München 1888) Mittheilungen über die Entwicklung dieser Drüse (Reh, Hirsch, Maus, Kaninchen, Igel, Katze) und *Grosser* über die Anatomie der Nasendrüsen bei Chiropteren. Ueber den feineren Bau fehlen genauere Angaben. Beim Menschen kommen nur kleine seitliche Nasendrüsen vom Typus der gemischten Schleimdrüsen vor. Die septale Nasendrüse am unteren Theile der Scheidewand ist bei *Stenops*, bei Nagern und Fledermäusen nachgewiesen. *Gegenbaur* glaubte auch den Gang im Nasenseptum des Menschen als rudimentäre septale Nasendrüse deuten zu sollen, doch zeigten *Merkel* (Anat. Hefte 1. Bd. S. 213) und *W. Anton* (in Zeitschr. f. Heilk. 16. Bd.), dass dieser zweifellos einen Rest des *Jacobson*'schen Organes darstelle. Eine arge Verwirrung herrscht in der Litteratur über die *Bowman*'schen Drüsen in Folge des Bestrebens, sie entweder bei den Eiweissdrüsen oder bei den Schleimdrüsen unterzubringen. So erklärte dieselben *A. Dogiel* (Arch. f. mikrosk. Anat. 26. Bd.) für Eiweissdrüsen und *Paulsen* (ebenda) für gemischte Schleimdrüsen. Sie sind aber in Wahrheit weder das eine noch das andere, sondern eigenthümliche Drüsen, die ein theilweise schleimiges Sekret liefern. Die Zellen sind alle von einerlei Art und von typischen Schleimzellen, wie sie in den Schleimdrüsen vorkommen, wesentlich verschieden; insoferne hat *Dogiel* Recht, aber das Sekret ist theilweise schleimhaltig und dies lässt sich mitunter auch in den Zellen nachweisen wie *Paulsen* angiebt. Letzterer ist aber, wie ich glaube, im Irrthum, wenn er zweierlei Zellen in den Schläuchen der *Bowman*'schen Drüsen annimmt. *Suchannek* und *v. Brunn* erklären die *Bowman*'schen Drüsen als Eiweissdrüsen und letzterer hebt speziell hervor, dass er beim Menschen niemals Schleimzellen gesehen habe. *L. Neumayer* wirft die *Bowman*'schen Drüsen mit jenen der Respirationsschleimhaut zusammen und giebt in Folge dessen eine entschieden unrichtige Darstellung der ersteren.

Beim Frosche sind die Zellen der sackartigen *Bowman*'schen Drüsen dicht erfüllt mit 2 μ grossen, in Eosin stark färbbaren Körnern und zeigen eine körnerfreie Aussenzone, die den Kern enthält. Die nach oben sich verengenden Drüsenausführungsgänge

drängen das Riechepithel so auseinander, dass die zwischen den Drüsenmündungen gelegenen Epithelstrecken an vertikalen Durchschnitten nach unten zugespitzt erscheinen. Schleim enthalten die *Bowman*'schen Drüsen des Frosches nicht; dafür produziren die Epithelzellen der Riechschleimhaut eine schleimige Absonderung.

Die Geschichte der besseren Untersuchungen über das Geruchsorgan beginnt mit *Todd-Bowman*, denen wir den Nachweis eines nicht wimpernden, wie sie glaubten, geschichteten Pflasterepithels in der *Regio olfactoria*, dann der grauen Fasern des *Olfactorius* und besonderer Drüsen verdanken. Diese Angaben wurden dann von *Koelliker* bestätigt und zugleich die über das Epithel in der Art verbessert, dass er in demselben das Vorkommen senkrecht stehender schmaler Zellen nachwies, ohne jedoch dazu zu gelangen, die Zusammensetzung desselben bestimmt zu ermitteln. Dies blieb erst der späteren Zeit vorbehalten und gebührt vor allem *Eckhardt* das Verdienst, mit Hilfe der Chromsäure nachgewiesen zu haben, dass das Epithel des Frosches, da wo der *Olfactorius* sich ausbreitet, einschichtig ist und zwei Arten von Zellen enthält, Epithelzellen mit langen Fortsätzen und besondere spindelförmige Fasern mit kernhaltigen Anschwellungen zwischen denselben. Ausserdem fand *Eckhardt* auch in dieser Gegend Wimpern von viel bedeutenderer Länge als an anderen Stellen und verfolgte den *Olfactorius*, wie schon früher *v. Hessling* bis zu einer pinselartigen Auflösung der kleinsten Aeste zu Fäden von kaum den Bindegewebsfibrillen gleichen Durchmessern. Gestützt hierauf, stellte *Eckhardt* schliesslich den Satz auf, dass die Epithelialzellen der *Regio olfactoria* oder die zwischen denselben endenden Spindelzellen die wahren Enden der Geruchsnerven sind. Kurze Zeit nach *Eckhardt* machte dann auch *Ecker* neue Untersuchungen über das Geruchsorgan bekannt, welche ebenfalls das Vorkommen von langgestreckten Zellen im Epithel darthaten. Nach *Ecker* bilden beim Menschen Zellen, die den Epithelzellen *Eckhardt*'s entsprechen und mehrfach verästelte und knotige Fortsätze gegen die *Mucosa* hin besitzen (Riechzellen, *Ecker*), eine zusammenhängende oberflächliche Lage, zwischen denen mehr in der Tiefe noch andere rundliche und längliche Zellen sich finden, von denen die äussersten spindelförmigen, die Vertreter der zweiten Zellenart von *Eckhardt*, mit Fortsätzen zwischen die Riechzellen hinein, jedoch nicht bis zur äusseren Oberfläche des Epithels verfolgt wurden, und als Ersatzzellen bezeichnet werden. *Ecker* hielt die Epithelialzellen mit ästigen Fortsätzen mit Wahrscheinlichkeit für die Enden des *Olfactorius*, mit welcher Annahme jedoch der von ihm selbst gefundene Umstand wenig übereinstimmt, dass diese Zellen beim Menschen nur an einer ganz beschränkten und stark gelb gefärbten Stelle (*Locus luteus s. Regio olfactoria, Ecker*) ganz oben, unten und hinten in der Nasenhöhle sich fanden, während der *Olfactorius* einen bedeutend grösseren Verbreitungsbezirk hatte.

Nachdem so durch diese Arbeiten die Bahn zu einer genaueren Erkenntniss des Baues der Geruchsschleimhaut eröffnet war, gelang es dann *M. Schultze*, diese Angelegenheit nahezu zum Abschluss zu bringen. Nach den schönen, auf alle Wirbelthierklassen ausgedehnten Untersuchungen dieses Forschers (Berl. Monatsb. 1856 und Unters. über den Bau der Nasenschleimhaut 1862) giebt es bei allen Wirbelthieren in der Riechschleimhaut zweierlei anatomisch und physiologisch verschiedene Zellenformen. Die einen derselben, entsprechend den Epithelialzellen *Eckhardt*'s und den Riechzellen *Ecker*'s, sind wirkliche Epithelialzellen; die anderen, die zweite spindelförmige Zellenart von *Eckhardt* oder die Ersatzzellen *Ecker*'s, sind die wirklichen Enden des *Olfactorius*, die wahren Riechzellen. Die Epithelzellen sind zarte, wimpernfreie, bei Säugern leicht gefärbte Zellen, deren Form von *Eckhardt* und *Ecker* im Allgemeinen richtig beschrieben wurde. Elemente, die von den Wimperzellen der übrigen Nasenschleimhaut zwar durch ihre Länge, die meist bestimmtere Spaltung ihrer Anhänge und ihre Zartheit sich unterscheiden, aber doch auch Uebergänge zu denselben zeigen, und wie die gewöhnlichen Epithelzellen fast in jeder beliebigen Lösung von Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali sich halten. Die Riechzellen haben eine andere ganz bestimmte Form, immer die oben beschriebenen varikösen Fädchen an der einen Seite und tragen bei gewissen Thieren (Vögel, Amphibien) an dem freien schmalen oder leicht knopfförmig verdickten Ende bestimmt geformte Anhänge, die Riechhärchen, *M. Schultze* (Fig. 1476, 1 *b*). Die Fortsätze dieser Zellen und die haarförmigen Anhänge sind so zart, dass sie nur in ganz bestimmten Chromsäurelösungen ($^1/_4$—$^1/_{16}$ Gran auf die Unze Wasser, je nach den verschiedenen Thieren) sich erhalten, ja wie die Riechhärchen eigentlich

nur ganz frisch unverändert zu sehen sind. Ausser diesen Thatsachen wurde nun von *Schultze* durch eine ganz genaue Untersuchung des mit Chromsäure behandelten *Olfactorius* noch ferner ermittelt, dass, wenigstens bei gewissen Geschöpfen, die letzten Aestchen desselben in Büschel von varikösen feinen Fädchen ausgeben, welche mit den inneren Enden der Riechzellen ganz übereinstimmen, ja es gelang sogar in vereinzelten Fällen, den Zusammenhang beider fast vollständig zur Anschauung zu bringen.

So schien nun endlich auch für dieses Sinnesorgan ein ganz besonderer Bau der die Eindrücke aufnehmenden Nervenenden dargethan zu sein. Freilich haben die Untersuchungen von *Seeberg*, *Hoyer*, *Erichsen*, *Gastaldi* und *Lockhard Clarke* zum Theil ganz Anderes ergeben als *Schultze* fand, zum Theil seine Angaben bestimmt als unrichtig hingestellt, allein dieselben sind auf der anderen Seite von *Ecker* (*Henle*'s Jahresb. 1856, S. 117), *Koelliker* (Sitzungsberichte der Würzb. physik.-med. Gesellsch. 1858 und 3. Aufl. dieses Werkes S. 684) und *Balogh* bestätigt worden, und *Koelliker* sprach bereits in der 5. Auflage dieses Handbuches die volle Ueberzeugung aus, dass *Schultze* in den Hauptsachen vollkommen im Rechte ist; um so mehr als *M. Schultze*'s ausführliche, ausgezeichnete Abhandlung (in Abhandl. d. nat. Gesellsch. zu Halle, 7. Bd. 1862) zeigte, dass seine Behauptungen auf einer solchen Unterlage ruhen, dass Zweifel kaum mehr möglich schienen. Uebrigens hatte *M. Schultze* mit lobenswerther Gewissenhaftigkeit das von ihm bestimmt Beobachtete von dem, was noch Zweifel zulässt, geschieden, und so jeden Unbefangenen in den Stand gesetzt, sich ein Urtheil zu bilden.

In der That stellten sich die Mehrzahl der folgenden Untersucher, wie zunächst *Henle*, *Babuchin*, *Paschutin* und die meisten späteren Autoren in der Hauptsache auf die Seite *M. Schultze*'s und *A. Dogiel* (1887) vermochte sogar beim Hechte den Zusammenhang der Riechzellen und Olfactoriusfasern an Isolationspräparaten darzustellen. Doch fehlte es auch nicht an Widerspruch. Insbesondere wollte *S. Exner* (Sitzb. d. k. Akad. in Wien 63., 65. u. 76. Bd.) eine prinzipielle Unterscheidung von Riechzellen und Epithelzellen nicht gelten lassen und behauptete, dass die beiden Zellenarten durch Uebergangsformen verbunden seien und sämmtlich mit einem subepithelialen Nervenplexus zusammenhängen. Auch diese Ansicht fand Anhänger und so schien die Frage unentschieden, bis endlich durch die vitale Methylenblaufärbung *Ehrlich*'s und die Chromsilberreaktion, welche *Golgi* bereits 1875 auf die Riechzellen anwendete, Methoden geboten waren, die es verhältnissmässig leicht machten, die Richtigkeit der *M. Schultze*schen Ansicht über den Zusammenhang der Riechzellen mit Riechnervenfäserchen zu demonstriren und andererseits zu zeigen, dass die Epithelzellen an der Schleimhaut ihr Ende finden, ohne in Nervenfasern sich fortzusetzen (Fig. 1477). Damit ergab sich auch der von *Exner* gesehene subepitheliale Nervenplexus als ein Trugbild. Nach den Untersuchungen von *Grassi* und *Castronovo* folgten bald zahlreiche, weitere Arbeiten mit der *Golgi*-Methode und insbesondere zeigte *Ramón y Cajal*, dass jeder von einer Riechzelle ausgehende Neuritfortsatz ungetheilt durch ein Riechnervenbündel bis zum Riechkolben verläuft und erst in diesem an den Riechknäueln in Dendriten sich auflöst (siehe Bd. II. S. 700). Diese Angaben bestätigten bald *van Gehuchten*, *Koelliker*, *v. Brunn*, *v. Lenhossék* und *G. Retzius*; ferner *Arnstein* mit der Methylenblaumethode. Damit sind wohl die letzten Zweifel an der Richtigkeit der *Schultze*'schen Lehre von dem direkten Zusammenhang der Riechzellen mit Nervenfasern dauernd beseitigt.

Die Dicke des Riechepithels beim Menschen ist nach *A. v. Brunn* im Mittel 60 μ, in den Extremen 54—81 μ. An Präparaten vom Hingerichteten H., die in *Müller*'s Flüssigkeit gehärtet waren, finde ich an Schnitten von der Innenfläche der mittleren Muschel im Mittel 82 μ, in den Extremen 75—100 μ. Die Dicke des Riechepithels erscheint trotzdem geringer, als jene des Flimmerepithels an der unteren Muschel, welche im Mittel 100 μ beträgt. Bei Thieren schwankt die Dicke des Riechepithels je nach dem Orte sehr bedeutend. So fand ich bei der Maus auf der Höhe der Riechwülste bis 12 Kernlagen, dagegen in den Buchten nur 4—5 solche und die Gesammtdicke des Epithels einerseits 86 μ, andererseits nur 26 μ.

Eine Basalmembran ist, wie *v. Brunn* angiebt, an der Riechschleimhaut nicht vorhanden, doch ist dies nicht ausnahmslose Regel. An Präparaten von einem Guillotinirten sehe ich eine sehr deutliche 10—12 μ dicke Basalmembran unter dem Riechepithel, während umgekehrt unter dem Flimmerepithel der unteren Muschel eine solche fehlt. Allerdings muss ich bemerken, dass in diesem Falle die Riechschleimhaut

katarrhalisch verändert war, indem sich in den oberen Schichten reichliche Anhäufungen von Lymphocyten und stellenweise eine so dichte Durchwanderung der letzteren durch das Epithel zeigte, dass die kernfreie Zone der Stützzellen fehlte. Dabei fanden sich nur spärliche *Bowman*'sche Drüsen. Derartige individuelle Verschiedenheiten erklären zur Genüge die widersprechenden Angaben der Autoren über An- oder Abwesenheit einer Basalmembran.

Ungemein schwierig gestaltet sich die Frage, wie die freie Oberfläche des Riechepithels im Leben beschaffen ist. Die oft wiederkehrende Behauptung, dass insbesondere beim Menschen wahre Flimmerhaare vorkommen, ist durch die neueren Untersuchungen insbesondere von *Suchannek* und *v. Brunn* dadurch erklärt, dass häufig im Bereiche des Riechepithels respiratorisches Epithel eingesprengt ist, welches das erstere oft fast ganz verdrängen kann. Das wahre Riechepithel entbehrt aber sicher echter Flimmerhaare, die nicht mit den Riechhärchen verwechselt werden dürfen. Was die Riechhärchen betrifft, so hatte *M. Schultze* den Säugethieren und dem Menschen solche abgesprochen, doch kann man seit den Untersuchungen *v. Brunn*'s nicht mehr zweifeln, dass beim Menschen die Riechzellen mit einer Gruppe kurzer unbeweglicher, feiner Härchen, die einem etwas über die *Limitans* hervorragenden Endknöpfchen aufsitzen, versehen sind. Bei den Säugethieren kann man die Härchen ebenfalls erkennen und sie auch an Schnitten gut fixirter Präparate wahrnehmen. Bewegungen derselben konnte *Suchannek* an überlebenden Stücken der Riechschleimhaut in *Humor aqueus* oder physiologischer Kochsalzlösung nicht wahrnehmen, nur einmal unter 20 Untersuchungen glaubte er Bewegung beim Schweine gesehen zu haben, was indessen den zahlreichen negativen Befunden gegenüber als Ausnahme (vielleicht versprengte Flimmerzellen?) betrachtet werden muss. Die Epithelzellen haben keinen Härchenbesatz, wohl aber erscheint ihr freies Ende häufig wie vertikal undeutlich gestreift, indem die Körnchen reihenweise geordnet erscheinen.

Bei niederen Thieren kommen trotz der prinzipiellen Uebereinstimmung des Riechepithels mit jenem der Säugethiere doch manche Eigenthümlichkeiten vor. So fand *A. Dogiel* (in Arch. f. mikrosk. Anat. 29. Bd. 1887) bei Ganoiden (*Acipenser*), beim Hechte und beim Frosche zweierlei Riechzellen, nämlich solche, welche der *M. Schultze*'schen Darstellung entsprechend, einen dünnen stäbchen- oder fadenförmigen, äusseren Fortsatz besitzen und andere, welche einen plumpen, bauchigen Körper mit dickem äusseren Fortsatz zeigen. Er unterscheidet diese beide Formen als Riechstäbchen und Riechzapfen; doch sind die beiden Formen nicht scharf getrennt, sondern es kommen auch Uebergangsformen vor. Bei den Amphibien besitzen, wie schon *M. Schultze* beschrieb, die Riechzellen feine Büschel von äusserst zarten Riechhärchen, bei den Knochenfischen scheinen sie ebenso wie bei den Selachiern zu fehlen, dagegen fand *Dogiel* solche bei *Acipenser*. Von den Epithelzellen der Amphibien, Selachier und Vögel hatte *M. Schultze* angegeben, dass dieselben Wimpern tragen, indessen handelt es sich dabei auf keinen Fall um Cilien wahrer Flimmerzellen, sondern um specifische Bildungen, die eher eine gewisse Analogie mit den Büschelzellen im Gange des Nebenhodens (siehe S. 459) in so ferne haben, als die Existenz der Härchen mit sekretorischer Funktion verträglich ist, wie beim Frosche. Beim Frosche sahen verschiedene Beobachter an den Haaren der Riechregion träge Bewegungen, die jedoch gänzlich verschieden waren von wirklicher Flimmerbewegung.

Die Riechzellen nehmen unter den Sinnesepithelien der Säugethiere und der Wirbelthiere überhaupt, eine ganz eigenthümliche Stellung ein, indem sie Neuritfortsätze besitzen und demnach vom morphologischen Standpunkte als Ganglienzellen zu betrachten sind. Am ehesten könnte man sie noch den Sehzellen vergleichen, doch wurden bereits auf Seite 828 die Gründe angeführt, welche gegen die Auffassung der Sehzellen als Ganglienzellen sprechen. Dagegen sind, wie namentlich *v. Lenhossék* und *G. Retzius* bestimmt nachwiesen, im Hautepithel wirbelloser Thiere, namentlich bei Chaetopoden (Regenwurm z. B.), Sinneszellen vom Charakter der Riechzellen der Wirbelthiere weit verbreitet und die letzteren müssen daher als eine sehr primitive Form von Sinneszellen angesehen werden. Wahrscheinlich haben sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung Ganglienzellen vom Typus der Spinalganglienzellen aus solchen Sinneszellen gebildet, wofür insbesondere die Thatsache spricht, dass man — namentlich bei Mollusken

(*Retzius*) — Uebergangsformen von Sinnesepithelzellen mit Nervenfortsätzen zu in der Tiefe der Haut liegenden Ganglienzellen finden kann.

Die physiologischen Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass in der Riechschleimhaut specifisch verschieden erregbare Nervenendapparate vorkommen und *Zwaardemaker*, welcher in Erweiterung der schon von *Linné* angenommenen sieben specifisch verschiedenen Geruchsempfindungen noch zwei weitere, nach *Larry* und *Haller*, hinzufügt, unterscheidet: I. Aetherische, II. Aromatische, III. Balsamische, IV. Ambrosische, V. Zwiebelartige, VI. Brenzliche, VII. Hircinische, VIII. Widerliche, IX. Ekelhafte Gerüche. Dem entsprechend nimmt *Zwaardemaker* neun verschiedene specifische Energien an und stützt sich hierbei hauptsächlich auf die der partiellen Farbenblindheit vergleichbaren vorkommenden Anosmien, bei welchen gewisse der angeführten Düfte, wie ich mit *A. Kerner* (Pflanzenleben, I. Bd. 1. Aufl. 1894, S. 194) die Substanzen, welche Geruchsempfindungen erregen, nennen will, nicht empfunden werden, während andere deutlich wahrgenommen werden. *A. Rollett* (in *Pflüger*'s Arch. 74. Bd.) hatte Gelegenheit, eine vorübergehende, aber lange dauernde Anosmie an sich selbst zu beobachten, die er sich zufällig durch den Versuch, die Rachenhöhle von der Nase aus mit einer alkoholischen Lösung von Gymnemasäure auszuspülen, zugezogen hatte. Es stellte sich zunächst totale Anosmie ein, doch wurden nach 3 Tagen, wenn auch schwach, brenzliche Düfte (Kreosot, Guajakol), erst nach 8 Tagen auch hircinische (Capronsäure), nicht aber die anderen Düfte empfunden. Nach 11 Tagen wurden ekelhafte und zwiebelartige (Skatol, Mercaptan), nach 12 Tagen ätherische, aromatische und balsamische Düfte und erst nach 17 Tagen widerliche (Opium) und ambrosische (Moschus) Düfte schwach wahrgenommen. Die normale Geruchsempfindung, wie sie vorher war, hatte sich nach drei Monaten noch nicht vollkommen hergestellt. *Rollett* ist geneigt, sich wenigstens prinzipiell so weit auf die Seite *Zwaardemakers* zu stellen, als ihm die eben kurz angeführten Erfahrungen nur durch die Annahme verschiedener peripherer Endapparate für specifisch verschiedene Geruchsempfindungen erklärlich erscheinen. Von den physiologischen Schwierigkeiten, aus diesen so hoch interessanten Beobachtungen bestimmte Schlüsse auf verschiedene periphere Endapparate zu ziehen, möchte ich vor allem betonen, dass schon die Eintheilung der Gerüche nach *Linné-Zwaardemaker* nicht unmittelbar einleuchtend ist und z. B. *A. Kerner* (l. c.) die Gerüche beziehungsweise Düfte der Blumen nach mehr chemischen Gesichtspunkten als I. Indoloide, II. Aminoide, III. Benzoloide, IV. Paraffinoide, V. Terpenoide unterscheidet, welche Eintheilung mindestens ebenso naturgemäss erscheint, wie jene von *Zwaardemaker*, mit der sie sich nur theilweise deckt. Frägt man jedoch wie weit die histologischen Thatsachen eine solche Annahme stützen, so glaube ich mich auf den Standpunkt stellen zu müssen, dass verschiedene Nervenendapparate für verschiedene Geruchsempfindungen nicht nachgewiesen sind und dass wir vorläufig nur ein Recht haben, die Riechzellen als specifische Nervenendapparate zur Vermittlung von Geruchsempfindungen anzusehen. Ausserdem verdient Beachtung, dass dem Geruchsorgane — wenigstens bei allen luftathmenden Wirbelthieren — die specifischen *Bowman*'schen Drüsen angehören, deren Sekret für die Art der Einwirkung der Düfte von Wichtigkeit sein muss. Das bezüglich der Qualitäten der Empfindungen dem Geruchsorgan am nächsten stehende Geschmacksorgan hat ebenfalls specifische Drüsen (Eiweissdrüsen der Zunge). Möglicherweise besteht jedoch die Bedeutung dieser Drüsenapparate wesentlich nur darin, die rasche Reinigung der Oberfläche des Sinnesepithels von Duftstoffen beziehungsweise schmeckbaren Substanzen zu vermitteln. Specifische Unterschiede unter den Riechzellen sind nicht bekannt, jedenfalls kann man die leichten Formverschiedenheiten, welche *A. Dogiel* zur Aufstellung von Riechstäbchen und Riechzapfen führten, nicht als solche gelten lassen. So fehlt vorläufig ein Anhaltspunkt dafür, dass gewisse Riechzellen nur durch brenzliche, andere nur durch ambrosische Düfte u. s. w. erregt werden. Es ist ja in Anknüpfung an die Vorstellung von *Hering* über Farbenempfindungen denkbar, dass in ein und derselben Riechzelle verschiedene Riechsubstanzen — analog der schwarz-weissen, der gelb-blauen und der roth-grünen Sehsubstanz *Hering*'s — vorhanden sind, welche durch die verschiedenen Düfte zersetzt oder aufgebaut (dissimilirt oder assimilirt) werden. Es wäre demgemäss auch möglich, dass bei einer partiellen Anosmie eine oder mehrere Riechsubstanzen funktionsuntüchtig sind, während andere relativ intakt bleiben und dass der Wiederaufbau der verschiedenen Riechsubstanzen in derselben Zelle verschieden

lange Zeit beansprucht. Allerdings müsste man sich diese Riechsubstanzen in der Weise wirksam denken, dass sie durch die ganze Kette der Neuren von den Riechzellen angefangen bis zu jenen der psycho-sensorischen Centren im Grosshirn specifische Assimilations- oder Dissimilationsvorgänge auslösen. Es ist die oberste Aufgabe der Histologie, den Nachweis zu führen, dass specifische Funktion an specifische Struktur geknüpft ist. Die Lösung dieser Aufgabe ist mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft und schreitet nur langsam vorwärts. Doch haben wir, abgesehen vom Blute und von den Bindesubstanzen, an welchen die Lösung dieser Fragen relativ am einfachsten scheint, bereits bezüglich des Muskelgewebes und der Drüsengewebe seit den letzten dreissig Jahren nach dieser Richtung bedeutende Fortschritte zu verzeichnen; ich möchte aber daran erinnern, wie gerade der Nachweis der specifischen Verschiedenheiten der Drüsenzellen — man sehe nur das Kapitel Darmkanal oder das über die *Bowman*'schen Drüsen Gesagte nach — enorme Schwierigkeiten macht. Noch ungleich grösser werden die Schwierigkeiten bei den Elementartheilen des Nervensystems; nicht allein wegen der komplizirten Bauverhältnisse derselben, über welche die neuere Zeit durch intensive Arbeit viele Einzelheiten zu Tage förderte, sondern noch mehr durch unsere völlige Unkenntniss darüber, an welche mikroskopisch nachweisbare Veränderungen specifische Nervenprozesse gebunden sind. Für die Drüsenfunktion wurden specifische Körnchen, welche sich als Sekretvorstufen ergeben, als wesentlich erkannt; die Bestandtheile des Protoplasma der Nervenzellen und ihrer Axone, die Neurofibrillen und die Körner zwischen denselben, die verschiedenartigen Einlagerungen im Neuroplasma und das letztere selbst, die Veränderungen beim Nervenprozesse und die specifischen Verschiedenheiten im Baue der specifisch differenten Nervenprozessen zu Grunde liegenden Nervenelemente, sind aber noch wenig erkannt und doch müssen wir uns vorstellen, dass der Nervenprozess, der von einer Sehzelle ausgeht, von jenem, den eine Riechzelle auslöst, ebenso verschieden ist, wie etwa der Sekretionsvorgang in einer Leber- und einer Pankreaszelle. Hält man sich dieses vor Augen, so kann die Möglichkeit nicht abgewiesen werden, dass einmal im Riechepithel mehrerlei specifisch verschiedene Riechzellen nachgewiesen werden können. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse müssen wir die Riechzellen unter sich als ebenso gleichwerthig betrachten, wie die Zapfen in der *Fovea centralis retinae* und so wenig wir ein Recht haben etwas anderes anzunehmen, als dass ein und dieselbe Zapfenzelle der *Fovea* Einrichtungen besitzt, um alle Farben, nebst Hell und Dunkel und dem Lokalzeichen zur Empfindung zu bringen, so wenig sprechen die histologischen Thatsachen bisher für etwas anderes, als dass jede Riechzelle die ganze Reihe der Geruchsempfindungen vermitteln kann.

Bei der Untersuchung des Geruchsorganes macht vor allem die Zartheit des Epithels Schwierigkeiten und hat man daher nur Eiweisslösung oder *Humor vitreus* zur Befeuchtung zu nehmen. Die von *Eckhardt* zuerst gewürdigte und dann von *Schultze* so glücklich erprobte Wirkung der Chromsäure und des chromsauren Kali wurde oben schon angegeben, ausserdem sei noch bemerkt, dass auch *Kali causticum* von 35 %, *Müller*'sche Flüssigkeit, kalt gesättigte Oxalsäurelösung und verdünnte Schwefelsäure und Essigsäure, Drittelalkohol und besonders Osmiumsäure gute Dienste leisten. Senkrechte Schnitte erlangt man an den abgelösten Schleimhautstücken mit der Scheere am besten, auch geben Faltenränder nicht selten gute Durchschnittsbilder. Die Schleimdrüsen findet man auf Schnitten, die *Bowman*'schen durch Zerzupfen, an Flächenansichten und an senkrechten Schnitten erhärteter Stücke. Für die Geruchsnerven ist am geeignetsten das Zerzupfen und die Untersuchung in *H. vitreus* und Chromsäure; für den Verlauf derselben im Groben nützen Chromsäure und kaustische Alkalien nichts, eher die Kompression frischer und mit Natron oder Essigsäure befeuchteter Stücke und die Untersuchung in Wasser erweichter Schleimhaut, in welcher die Nerven lange sich halten. Zur Fixirung für Schnitte sind die für andere empfindliche Gewebe bewährten Methoden anzuwenden.

Litteratur.

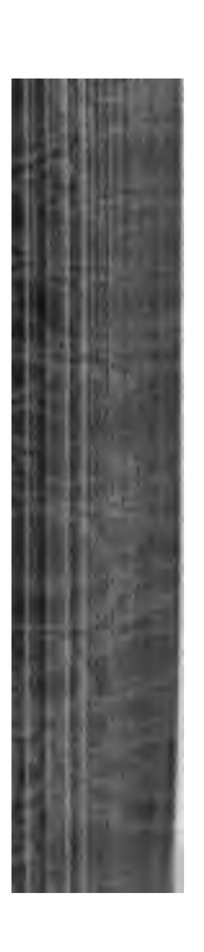
Bezüglich der älteren Litteratur sei auf die 5. Auflage verwiesen, sowie auf *Schwalbe*'s Anat. d. Sinnesorg. S. 74, welche die Litteratur bis zum Jahre 1882 umfasst. Ein sehr vollständiges Verzeichniss der speziell histologischen Arbeiten, das bis

zum Jahre 1896 reicht, gab *P. Schiefferdecker* in Handb. d. Laryngologie und Rhinologie, herausgeg. v. *Heymann*, III. Bd. S. 87. Von neueren Arbeiten führe ich noch an *E. Schmidt*, Ueber das postembryonale Weiterbestehen des *Jacobson*'schen Organes etc. Diss. Berlin 1896; *V. v. Mihalkovics*, Nasenhöhle und *Jacobson*'sches Organ, in Anat. Hefte 11. Bd., S. 1; *L. Neumayer*, Zur Histologie der Nasenschleimhaut, in Sitzber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München, N. F. 14. Hft. S. 63; *M. D. Marrill*, Innervation of the Olfactory Epithelium, in Journ. of comp. Neurol. Vol. 8, p. 180; *C. Della Valle*, Contributo alla conoscenza della circolazione sanguigna nella mucosa nasale dei mammiferi adulti, in Ricerche f. nel Laboratorio di Anat. norm. di Roma, Vol. VIII, fasc. 2, 1901; *Derselbe*, Ricerche sulle terminazioni nervose della mucosa olfattiva nei mammiferi adulti, ebenda; *K. Peter*, Entwicklung des Geruchsorganes und *Jacobson*'schen Organs in der Reihe der Wirbelthiere, in Handb. d. vergl. u. experim. Entwicklungslehre der Wirbelthiere, herausg. v. *O. Hertwig*, 4. u. 5. Lief., Jena 1902; *U. Calamida*, Terminazioni nervose nelle mucose dei seni nasali, in Anat. Anz. 21. Bd. S. 455.

Vahrn in Tirol im August 1902.

Namen-Register.

(Die Zahlen bedeuten die Paragraphen.)



Sach-Register.

(Die römischen Zahlen bedeuten die Bände, die arabischen die Seiten.)





Kölliker, Albert. 34198
Handbuch der Gewebe-
lehre des Menschen.
6. Aufl.
NAME
DATE DUE
DEC 4 1942
FEB 19 1943
34198

